

DOÁDI ANTÔNIO BRENA

INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL: PROPOSTA DE UM SISTEMA PARA O BRASIL

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do Título de "Doutor em Ciências Florestais".

Orientador: Sylvio Péllico Netto

CURITIBA
1995

DOÁDI ANTÔNIO BRENA

**Inventário Florestal Nacional: Proposta de
um Sistema para o Brasil**

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO

Orientador: Prof. Dr. Sylvio Péllico Netto

Co-orientadores: Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado

Prof. Dr. Flávio Felipe Kirchner

CURITIBA


1995

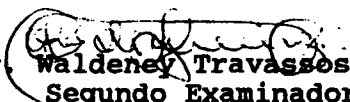
MINISTERIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

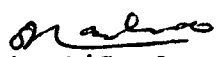
P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal reuniram-se para realizar a arguição da Tese de Doutorado apresentada pelo candidato **DOÁDI ANTÔNIO BRENA**, sob o título "**INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL: PROPOSTA DE UM SISTEMA PARA O BRASIL**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em **MANEJO FLORESTAL**. Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese com média final: (9,72), correspondente ao conceito: (**A**).

Curitiba, 28 de abril de 1995


Pesq. Dr. Eleazar Volpato
Primeiro Examinador


Prof. Dr. Waldeney Travassos de Queiroz
Segundo Examinador


Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado
Terceiro examinador


Prof. Dr. Flávio Felipe Kirchner
Quarto Examinador


Prof. Dr. Sylvio Péllico Netto
Orientador

Aos meus pais, à minha esposa TANIA e à minha filha ALINE

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Sylvio Péllico Netto, pela amizade, disponibilidade, dedicação, incondicional apoio, e também pela parceria no livro de Inventário Florestal produzido nesse período do Doutorado.

Aos meus co-orientadores, Prof. Sebastião do Amaral Machado e Prof. Flávio Felipe Kirchner, pela amizade, compreensão e irrestrito apoio.

Ao Prof. Joésio Deoclécio Pierin Siqueira, pela amizade, apoio, pelas informações e sugestões.

À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade concedida para a realização deste Curso, e aos Colegas do Departamento de Ciências Florestais que assumiram nossas funções nesse período.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, por possibilitar a realização deste Curso e do presente trabalho.

Aos demais Professores do Curso, pela amizade, compreensão e pela valiosa contribuição que nos emprestaram durante esse período.

Aos funcionários do Curso, pelo apoio, compreensão e tolerância.

À todos os colegas, em especial, ao José de Arimatéa Silva e ao Roberto Pedro Bom, pelas profícuas discussões e pelo privilégio da convivência fraternal e amiga, que fez com que a estada em Curitiba se tornasse muito mais agradável.

Em particular, à Tania e à Aline, minha Esposa e minha Filha, pelo carinho, compreensão, resignação e estímulo indispensáveis para a elaboração deste trabalho.

BIOGRAFIA

DOÁDI ANTÔNIO BRENA, filho de Mário Brena e de Ondina da Silva Brena, nasceu em Passo Fundo, RS, em 02 de junho de 1952.

Realizou o Curso Primário no Grupo Escolar Jorge Manfroï, em Mato Castelhano, Passo Fundo, RS; o Curso Ginásial no Ginásio Agrícola de Passo Fundo, em Engenheiro Luiz Englert, Passo Fundo, RS; e o Curso Secundário no Colégio Agrícola de Alegrete, Alegrete, RS.

Em 1971 iniciou o Curso de Engenharia Florestal, na Universidade Federal de Santa Maria, graduando-se em 1974.

Em 1975 ingressou na Universidade Federal de Santa Maria, como professor de Inventário Florestal no Curso de Engenharia Florestal, onde, atualmente, ocupa o cargo de Professor Adjunto IV.

Em 1977 e 1978 realizou Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná, onde obteve o título de Mestre em Ciências Florestais.

E em 1991 iniciou o programa de Doutorado no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, o qual é concluído com a defesa desta Tese.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	xxiii
LISTA DE TABELAS	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS	2
1.2. NATUREZA E IMPLICAÇÃO DO PROBLEMA	3
1.3. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVAS	6
1.3.1. A ocupação do Brasil e o desmatamento	6
1.3.2. Estruturação do setor florestal	8
1.3.3. Os inventários florestais no Brasil	9
2. INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL	13
2.1. CONCEITO	13
2.2. ORIGEM E EVOLUÇÃO DOS INVENTÁRIOS FLORESTAIS NACIONAIS	14
2.3. OBJETIVOS DOS INVENTÁRIOS FLORESTAIS NACIONAIS	17
2.4. IMPORTÂNCIA DOS INVENTÁRIOS FLORESTAIS NACIONAIS	19
2.5. CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS DE UM SISTEMA DE INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL	23
2.5.1. Características gerais	24
2.5.2. Características relacionadas à estrutura dos planos de amostragem	27
2.5.3. Características relacionadas com a precisão das estimativas	30
2.6. CONCLUSÕES	33
3. EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL EM INVENTÁRIOS FLORESTAIS NACIONAIS	34
3.1. EXPERIÊNCIA EUROPÉIA	34

3.1.1. Inventário florestal nacional da Suécia	34
3.1.1.1. <i>Aspectos históricos</i>	35
3.1.1.2. <i>Objetivos e necessidades</i>	36
3.1.1.3. <i>Modelo estatístico</i>	38
3.1.1.3.1. <i>Modelo Geral</i>	38
3.1.1.3.2. <i>Regiões</i>	39
3.1.1.3.3. <i>Conglomerados</i>	40
3.1.1.3.4. <i>Parcelas amostrais</i>	41
3.1.1.3.5. <i>Árvores-amostras</i>	43
3.1.1.3.6. <i>Precisão</i>	44
3.1.1.4. <i>Registro de dados</i>	45
3.1.1.4.1. <i>Blocos de informações</i>	45
3.1.1.4.2. <i>Inventário da vegetação e solos</i>	48
3.1.1.4.3. <i>Inventários adicionais</i>	49
3.1.1.5. <i>Trabalho de campo</i>	49
3.1.1.5.1. <i>Equipes de campo.....</i>	49
3.1.1.5.2. <i>Marcação de conglomerados e parcelas permanentes</i>	50
3.1.1.5.3. <i>Coleta de dados</i>	50
3.1.1.6. <i>Processamento dos dados</i>	51
3.1.1.7. <i>Custos do levantamento</i>	53
3.1.1.8. <i>Aspectos importantes do inventário florestal nacional da Suécia</i>	53
3.1.2. Inventário florestal nacional da Finlândia	55
3.1.2.1. <i>Objetivos</i>	56
3.1.2.2. <i>Aspectos históricos</i>	57
3.1.2.3. <i>Organização administrativa, periodicidade e precisão</i>	59
3.1.2.4. <i>Sistema de amostragem</i>	59
3.1.2.5. <i>Balanço florestal entre o sexto e sétimo inventários</i>	62
3.1.2.6. <i>Apresentação dos resultados do inventário</i>	64
3.1.2.7. <i>Custos</i>	65
3.1.2.8. <i>Aspectos importantes do inventário florestal nacional da Finlândia</i>	65

3.1.3. Inventário florestal nacional da Suíça	66
3.1.3.1. <i>Objetivos</i>	67
3.1.3.2. <i>Métodos</i>	68
3.1.3.2.1. <i>Intensidade de amostragem</i>	68
3.1.3.2.2. <i>Unidade amostral</i>	69
3.1.3.2.3. <i>Volume individual das árvores</i>	71
3.1.3.2.4. <i>Periodicidade</i>	71
3.1.3.2.5. <i>Fotografias aéreas</i>	73
3.1.3.2.6. <i>Avaliação de dados</i>	74
3.1.3.3. <i>Aspectos importantes do inventário florestal nacional da Suíça</i>	75
3.1.4. Inventário florestal nacional da Holanda	77
3.1.4.1. <i>Aspectos históricos</i>	77
3.1.4.2. <i>Objetivos</i>	78
3.1.4.3. <i>Área florestal</i>	79
3.1.4.3.1. <i>Censo da área florestal</i>	80
3.1.4.3.2. <i>Dados coletado</i>	80
3.1.4.3.3. <i>Amostragem das áreas florestais</i>	80
3.1.4.3.4. <i>Rendimento do trabalho</i>	83
3.1.4.4. <i>Plantações fora da floresta</i>	84
3.1.4.4.1. <i>Inventário das plantações em linha</i>	85
3.1.4.5. <i>Processamento dos dados e apresentação dos resultados</i>	88
3.1.4.6. <i>Aspectos importantes do inventário florestal nacional da Holanda</i>	88
3.1.5. Inventário florestal nacional da Espanha	89
3.1.5.1. <i>Histórico</i>	90
3.1.5.2. <i>Objetivos</i>	91
3.1.5.3. <i>Estimativa de área</i>	91
3.1.5.4. <i>Atualização dos dados relativos a áreas</i>	93
3.1.5.5. <i>Coleta de dados de campo</i>	93
3.1.5.6. <i>Estimativa do estoque de crescimento</i>	94
3.1.5.7. <i>Processamento de dados e sistema de informações geográficas</i>	95

3.1.5.8. <i>Principais aspectos do inventário florestal nacional da Espanha</i>	96
3.2. EXPERIÊNCIA DA AMÉRICA DO NORTE	96
3.2.1. Inventário florestal nacional dos Estados Unidos	96
3.2.1.1. <i>Objetivos</i>	97
3.2.1.2. <i>Estrutura do inventário a nível nacional</i>	99
3.2.1.3. <i>Metodologia do inventário</i>	100
3.2.1.3.1. <i>Sistema básico de amostragem</i>	100
3.2.1.3.2. <i>Variações regionais do sistema de amostragem</i>	101
3.2.1.3.3. <i>Processamento dos dados</i>	106
3.2.1.4. <i>Sistema de inventário das Florestas Nacionais</i>	107
3.2.1.5. <i>Pontos fortes e fragilidades</i>	108
3.2.1.6. <i>Tendências futuras</i>	109
3.2.1.7. <i>Considerações finais</i>	111
3.2.1.8. <i>Aspectos importantes do inventário florestal nacional dos Estados Unidos</i>	112
3.2.2. Inventário florestal nacional do Canadá	113
3.2.2.1. <i>Aspectos históricos</i>	114
3.2.2.2. <i>Objetivos</i>	115
3.2.2.3. <i>Procedimentos dos inventários</i>	117
3.2.2.3.1. <i>Classificação</i>	117
3.2.2.3.2. <i>Mapa base</i>	117
3.2.2.3.3. <i>Fotointerpretação</i>	117
3.2.2.3.4. <i>Amostragem</i>	118
3.2.2.3.5. <i>Compilação</i>	122
3.2.2.4. <i>Avanços tecnológicos dos inventários</i>	123
3.2.2.4.1. <i>Planos de amostragem</i>	123
3.2.2.4.2. <i>Sensoriamento remoto</i>	124
3.2.2.4.3. <i>Mapeamento</i>	125
3.2.2.4.4. <i>Computação e manuseio de dados</i>	127
3.2.2.4.5. <i>Novas exigências</i>	128

3.2.2.4.6. <i>Dados de mudança</i>	128
3.2.2.4.7. <i>Inventários integrados dos recursos florestais</i>	129
3.2.2.4.8. <i>Biomassa florestal</i>	130
3.2.2.5. <i>Principais aspectos do inventário florestal nacional do Canadá</i>	131
3.3. EXPERIÊNCIA DA AMÉRICA LATINA	133
3.3.1. Inventário florestal nacional do México	133
3.3.1.1. <i>Introdução</i>	133
3.3.1.2. <i>Antecedentes</i>	134
3.3.1.3. <i>Objetivos</i>	134
3.3.1.4. <i>Organização administrativa</i>	135
3.3.1.5. <i>Inventário florestal convencional</i>	135
3.3.1.5.1. <i>Metodologia</i>	136
3.3.1.6. <i>Inventário florestal contínuo (IFC)</i>	141
3.3.1.6.1. <i>Objetivos</i>	141
3.3.1.6.2. <i>Metodologia</i>	142
3.3.1.6.3. <i>Resultados obtidos</i>	143
3.3.1.7. <i>Cadastro florestal</i>	144
3.3.1.7.1. <i>Objetivos</i>	144
3.3.1.7.2. <i>Metodologia</i>	145
3.3.1.7.3. <i>Resultados obtidos</i>	146
3.3.1.8. <i>Banco de informações florestais</i>	146
3.3.1.8.1. <i>Objetivos</i>	146
3.3.1.8.2. <i>Metodologia</i>	147
3.3.1.8.3. <i>Resultados obtidos</i>	149
3.3.1.9. <i>Aspectos principais do inventário florestal nacional do México</i>	150
3.3.2. Primeiro inventário florestal nacional do Brasil	152
3.3.2.1. <i>Aspectos históricos</i>	152
3.3.2.2. <i>Objetivos</i>	153
3.3.2.3. <i>Programa de monitoramento da cobertura florestal</i>	154
3.3.2.3.1. <i>Projeto desmatamento</i>	154

3.3.2.3.2. <i>Projeto reflorestamento</i>	154
3.3.2.3.3. <i>Projeto parques nacionais</i>	155
3.3.2.3.4. <i>Metodologia básica</i>	155
3.3.2.4. <i>Programa de inventário contínuo dos reflorestamentos</i>	155
3.3.2.4.1. <i>Objetivos específicos</i>	156
3.3.2.4.2. <i>Metodologia</i>	156
3.3.2.5. <i>Programa de inventário das florestas nativas</i>	157
3.3.2.5.1. <i>Objetivos específicos</i>	158
3.3.2.5.2. <i>Metodologia</i>	158
3.3.2.6. <i>Custos</i>	161
3.3.2.7. <i>Resultados obtidos</i>	161
3.3.2.8. <i>Principais aspectos do primeiro inventário florestal nacional do Brasil</i>	161
3.4. CONCLUSÕES	162
3.4.1. Experiência Européia	163
3.4.2. Experiência da América do Norte	164
3.4.3. Experiência da América Latina	166
4. ANÁLISE CRÍTICA DO PRIMEIRO INVENTÁRIO FLORESTAL	
NACIONAL DO BRASIL	168
4.1. ORIGEM	169
4.2. PLANEJAMENTO	171
4.3. EXECUÇÃO	172
4.4. METODOLOGIA	173
4.5. TEMPO DISPONÍVEL	174
4.6. RECURSOS FINANCEIROS	175
4.7. DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS	175
4.8. USO DAS INFORMAÇÕES	176
4.9. BANCO DE DADOS	176
4.10. CONCLUSÕES	177
5. PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE INVENTÁRIO FLORESTAL	
NACIONAL PARA O BRASIL	179

5.1. BASES PARA A ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA	180
5.2. OBJETIVOS	181
5.3. IMPORTÂNCIA DO INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL PARA O BRASIL	183
5.4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SISTEMA	186
5.5. ESTRUTURA INSTITUCIONAL DO INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL	187
5.5.1. Coordenação política nacional	188
5.5.2. Coordenação técnica nacional	189
5.5.3. Coordenações técnicas regionais	191
5.6. ESTRUTURA METODOLÓGICA DO SISTEMA	191
5.6.1. Periodicidade do inventário florestal nacional	192
5.6.2. Organização administrativa do sistema	192
5.6.2.1. <i>Regiões administrativas</i>	193
5.6.2.2. <i>Unidades administrativas</i>	193
5.6.2.3. <i>Subunidades administrativas</i>	193
5.6.3. Mapeamento e classificação de áreas florestais	194
5.6.3.1. <i>Fotografias aéreas</i>	194
5.6.3.2. <i>Imagens de satélite</i>	195
5.6.3.3. <i>Mapa base</i>	196
5.6.3.4. <i>Escala dos mapas</i>	196
5.6.3.5. <i>Atualização dos mapas</i>	197
5.6.4. Sistema de amostragem	197
5.6.4.1. <i>Processo de amostragem em múltiplas ocasiões</i>	198
5.6.4.2. <i>Processo básico de amostragem</i>	198
5.6.4.3. <i>Conglomerados</i>	199
5.6.4.3.1. <i>Conglomerado para florestas nativas subtropicais</i>	200
5.6.4.3.2. <i>Conglomerado para florestas nativas tropicais</i>	203
5.6.4.3.3. <i>Conglomerado para florestas plantadas</i>	205
5.6.4.3.4. <i>Instalação dos conglomerados</i>	207

5.6.4.4. <i>Árvores-amostras</i>	208
5.6.5. Coleta de informações	208
5.6.5.1. <i>Informações gerais sobre a área florestal</i>	208
5.6.5.2. <i>Informações de sítio</i>	209
5.6.5.3. <i>Estoque volumétrico, ingresso, crescimento e mortalidade</i>	209
5.6.5.4. <i>Regeneração</i>	210
5.6.5.5. <i>Corte periódico</i>	210
5.6.5.6. <i>Informações adicionais</i>	211
5.6.6. Registro das informações	211
5.6.7. Processamento dos dados	211
5.6.8. Elaboração de relatórios e divulgação dos resultados	212
5.6.9. Banco de dados e informações florestais	212
5.7. ESTRUTURA OPERACIONAL DO SISTEMA	212
5.7.1. Recursos financeiros	213
5.7.2. Trabalho de campo	213
5.7.2.1. <i>Equipes nacionais permanentes</i>	213
5.7.2.2. <i>Equipes regionais temporárias</i>	214
5.7.2.3. <i>Equipes regionais permanentes</i>	214
5.7.3. Treinamento e controle das tarefas	214
5.7.4. Estrutura operacional sugerida	215
5.8. CONCLUSÕES	216
6. CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	217
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	220

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Funções do Estado que dependem de informações de inventário florestal	21
2. Distribuição dos conglomerados do IFN da Suécia, no período 1983/92.	39
3. Esquema amostral do sexto IFN da Suécia.....	40
4. Conglomerados (“tracts”) do sexto IFN da Suécia.....	42
5. Esquema das parcelas de regeneração do sexto IFN da Suécia.....	43
6. Esquemas de amostragem do IFN da Finlândia	57
7. Conglomerado usado no sétimo IFN da Finlândia	60
8. Amostragem em dois estágios aplicada em Lapland - Finlândia.....	61
9. Razão de unidades temporárias e permanentes - $Q = 1(1-R)$ - em função do coeficiente de correlação	73
10. Redes de amostras primárias e secundárias do IFN dos Estados Unidos..	105
11. Esquema amostral do IFN do México, para florestas tropicais	138
12. Conglomerado usado no IFN do México, para o inventário florestal contínuo	143
13. Distribuição dos conglomerados na sistemática e procedimento de rodízio, propostos para o IFN do Brasil	199
14. Conglomerado para florestas nativas subtropicais proposto ao IFN do Brasil.....	201
15. Conglomerado alternativo para florestas nativas subtropicais proposto ao IFN do Brasil,.....	202
16. Conglomerado para florestas tropicais proposto ao IFN do Brasil.....	204
17. Conglomerado para florestas plantadas proposto ao IFN do Brasil,.....	206
18. Conglomerado alternativo para florestas plantadas proposto ao IFN do Brasil	208

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Erro padrão relativo da estimativa de volume por hectare do IFN da Suécia.....	44
2. Erro padrão relativo da estimativa de área florestal.....	44
3. Erro padrão relativo da estimativa de volume total.....	44
4. Médias estimadas por grupo de parcelas e período	52
5. Tabulações do estoque de crescimento e incremento corrente	79
6. Regiões administrativas, área total, ordem de implantação do inventário e tempo previsto para sua conclusão.....	193

RESUMO

O presente trabalho visa retomar a discussão do Inventário Florestal Nacional e propor as bases metodológicas e estruturais para sua implantação definitiva no Brasil. Caracteriza-se a origem e evolução dos sistemas, seus principais objetivos e sua importância. Descreve-se as características desejáveis de um sistema de inventário florestal nacional propostas por CUNIA (1978, 1985). Analisa-se a experiência internacional em inventários florestais nacionais, descrevendo-se os seguintes sistemas, tomados como representativos e destacando-se os seus aspectos mais importantes: Europa - Suécia, Finlândia, Suíça, Holanda e Espanha; América do Norte - Estados Unidos e Canadá; América Latina - México e Brasil. Realiza-se uma análise crítica do primeiro inventário florestal nacional do Brasil, levantando-se os problemas enfrentados e as razões porquê não teve continuidade. Propõe-se um sistema de inventário florestal nacional para o Brasil, com base na experiência internacional analisada e na busca soluções para os problemas detectados durante a realização do primeiro inventário florestal nacional. O sistema proposto analisa e sugere três estruturas principais: a institucional, a metodológica e a operacional. Sugere-se que a estrutura institucional seja organizada em três níveis operativos: uma coordenação política nacional, uma coordenação técnica nacional e coordenações técnicas regionais, caracterizando uma concepção integrativa de opiniões e uma estrutura descentralizada de execução. Na estrutura metodológica sugere-se a periodicidade de 5 anos para o inventário, a organização administrativa do inventário seguindo as Regiões Geográficas do país; a realização de um voo para obtenção de fotografias aéreas atualizadas; o uso do mapa do Projeto RADAMBRASIL, como mapa base; e o uso de imagens de satélite combinadas com fotografias aéreas e amostragem de campo, na Amazônia. O sistema de amostragem sugerido inclui a amostragem com repetição parcial, como processo de inventário contínuo, e a amostragem sistemática, como processo básico de amostragem. Sugere-se a aplicação de conglomerados temporários e permanentes específicos para florestas nativas tropicais, subtropicais e para florestas plantadas, bem como a forma de distribuição sobre a população e um sistema de rodízio para a instalação dos conglomerados temporários a cada nova ocasião. Propõe-se a estrutura operacional do sistema, implantando-o em 10 anos, remediando-se a cada 5 anos, através de equipes permanentes, e tornando-o um processo contínuo, realizando-se 20% da estrutura amostral a cada ano. Do exposto no trabalho, conclui-se que o inventário florestal nacional é um instrumento auxiliar indispensável, para o planejamento e administração corretos dos recursos florestais, para responder às exigências de Certificação de Origem de produtos florestais, fornecer a base de informações necessária para a inserção do país no programa de qualidade total do meio ambiente a ser definido pela ISO 14.000, e para que os recursos florestais brasileiros possam oferecer uma contribuição sócio-econômica compatível com sua potencialidade.

ABSTRACT

The purpose of this work is to bring back a discussion on the organization of the Brazilian National Forest Inventory and also propose the methodology and the necessary basic structure for its final establishment in the country. It shows in detail the desired characteristics of a national forest inventory proposed by CUNIA (1978, 1985). It analyses, also, the international experience on national forest inventories, as well as their more important aspects and considering the more representative systems already developed around the world. In Europe, it was considered the experiences from Sweden, Finland, Swiss, Netherlands and Spain; in North America, the experiences from the United States and Canada; and in Latin America, the experiences from Mexico and Brazil. It presents a critical analyses of the first Brazilian National Forest Inventory, pointing out the more critical difficulties detected during its performance and the reasons why it was interrupted. It proposes a national forest inventory system for Brazil, based on the evaluated international experience and on the detected problems occurred on the first conducted inventory. The proposed NFI system analyses and suggests three main structures: the institutional, methodological and operational ones. It suggests that the institutional structure should be organized on three operational levels: a national administrative coordination, a national technical coordination and regional technical coordination's in order to bring national integration of regional contributions and achieve a decentralized structure. About the methodological structure it suggests a periodicity of every 5 years for the NFI, stratified by the Brazilian Geographics Regions, with an update set of photographs and use of RADAMBRASIL Project facilities to get the basic map and combined information from satellite imageries, aerial photographs and ground sampling in Amazonian Region. The recommended sampling system includes the sampling with partial replacement, as basic structure for a continuous inventory and the systematic sampling as the main frame of the inventory. It includes also the temporary and permanent clusters for the native tropical forests, for native subtropical forests and also for the manmade forests, as well as an round position sampling structure to cover a better distribution of the sampling frame on the population at each occasion. It proposes also a 10 - year period to get the whole structure in operation with remeasurements at every 5 years with permanent teams, in order to establish a continuous and permanent work, with a 20% of the sampling frame measured every year. From what it is presented, it is possible to say that the national forest inventory is an important and required instrument for the planning and appropriate administration of the forest resources; to attend the required certification of the forest products; to assure the background and information for the participation of the country in the international environmental total quality program, that will be further defined by the ISO 14.000; and finally to bring into picture the participation of the Brazilian forest resources in the socio-economical development of the country, compatible with their potentialities.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um patrimônio florestal que, segundo estatísticas da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação - FAO, representa 13% da área florestal do mundo e 60% das florestas da América do Sul. Só as florestas tropicais brasileiras ocupam uma área estimada em 260 milhões de hectares, o que representa 30% da área territorial do país, 20% das florestas tropicais do mundo e 80% das florestas remanescentes do Brasil (SUDAM, 1973; PANDOLFO, 1978).

Historicamente, esse imenso patrimônio florestal vem sendo devastado desde o descobrimento do Brasil, visando abrir espaço para as atividades agropecuárias e produzir matéria-prima para a indústria florestal. A destruição da cobertura florestal jamais mereceu a atenção devida do governo, por ser considerada inesgotável e constituir um empecilho para o desenvolvimento do setor primário.

O processo de ocupação territorial do país avançou rápido e desordenado em direção ao Norte, impulsionado por ações governamentais que incentivavam e até obrigavam o desmatamento das propriedades.

Nas últimas décadas, o mundo vem sofrendo uma revolução sem precedentes no processo sócio-econômico, notadamente com a globalização das economias nacionais, busca constante da produtividade, qualidade total, desenvolvimento tecnológico e sobretudo, com o avanço da sociedade progressista em defesa da equiparação e distribuição da renda.

Esta nova ordem mundial também se reflete no meio ambiente e uso dos recursos naturais. A adoção dos conceitos de desenvolvimento sustentado, uso racional dos recursos e sua apropriação de acordo com a demanda torna-se uma necessidade e uma exigência mundial, como forma de satisfazer as necessidades humanas, garantir a conservação da natureza e, em última análise, a própria sobrevivência do homem.

Entre os recursos naturais renováveis, que incluem o solo, a água, a fauna e a flora, as florestas ocupam posição preponderante porque, além de produzirem

benefícios diretos representados pelas diversas matérias-primas, têm a função de proteção dos demais recursos. A exploração predatória das florestas provoca danos e até a destruição dos demais recursos e cultivos, em consequência do desequilíbrio dos ecossistemas e facilidade de ação dos inimigos naturais. A destruição inconsequente da cobertura florestal é a origem de uma série de catástrofes, comuns no cotidiano do nosso país, como as constantes enchentes, deslizamentos de encostas, erosão do solo, etc.

Por outro lado, a produtividade nacional depende em grande escala do desenvolvimento industrial manufatureiro, cujas indústrias necessitam suprimento adequado de matéria-prima e energia, onde a madeira continua ocupando posição de destaque.

Além disso, cresce a cada dia a consciência ambiental da sociedade brasileira, associada às pressões internacionais, para a conservação dos recursos florestais.

Diante desses fatos, é urgente a necessidade de um planejamento contínuo e uma administração mais eficiente dos recursos naturais, calcada na implantação de políticas regionais avaliadas periodicamente e elaboradas com base em informações confiáveis e atualizadas.

As políticas propostas ao Setor Florestal Brasileiro, de um modo geral, são formuladas com base em informações insuficientes, sem a confiabilidade desejada e grau de atualização necessária sobre a extensão, estado atual dos recursos florestais, mudanças ao longo do tempo e potencialidade futura. Estas informações detalhadas, precisas, suficientes e confiáveis seriam fornecidas periodicamente pelo Inventário Florestal Nacional, a exemplo do que acontece nos países que dispõem desse instrumento de planejamento.

1.1. OBJETIVOS

O presente trabalho visa retomar a discussão do Inventário Florestal Nacional e propor as bases metodológicas e estruturais para a implantação do

Inventário Florestal Nacional do Brasil, justificando sua importância e necessidade.

Os objetivos específicos são os seguintes:

- a) Analisar os principais sistemas de Inventário Florestal Nacional utilizados atualmente no mundo e destacar os aspectos mais importantes, que podem embasar a formulação de um sistema para o Brasil;
- b) Caracterizar a importância e necessidade do Inventário Florestal Nacional como instrumento de definição de políticas, planejamento, execução e controle do uso dos recursos florestais do país;
- c) Analisar o primeiro Inventário Florestal executado a nível nacional no Brasil, enfatizando os aspectos organizacionais, metodológicos, financeiros e os resultados obtidos;
- d) Propor as bases de um sistema de Inventário Florestal Nacional, para o Brasil, que atenda as necessidades de planejamento de uso e monitoramento dos recursos florestais do país.

1.2. NATUREZA E IMPLICAÇÃO DO PROBLEMA

Um dos princípios fundamentais da administração afirma que: “é impossível administrar corretamente qualquer recurso, sem conhecê-lo completa e detalhadamente”.

Este princípio, analisado à luz do gerenciamento dos recursos florestais do Brasil, evidencia que eles nunca foram administrados, porque, historicamente, os órgãos do poder público encarregados deste gerenciamento, apenas, em raras ocasiões, se preocuparam em conhecê-los, com a abrangência, detalhamento e precisão necessárias, para a correta tomada de decisões. Estas ações isoladas foram representadas pelos poucos inventários florestais regionais realizados, especialmente, no centro-sul do país e em uma única oportunidade a nível nacional, nos últimos 25 anos.

A gestão dos recursos florestais do Brasil foi sempre negligenciada e colocada em segundo plano porque conflitava com as prioridades estabelecidas para a

ocupação do país, privilegiando a abertura da fronteira agrícola, justificada pela crescente necessidade de produção de alimentos; foi omissa ao não fazer cumprir o Código Florestal, que determina a manutenção de uma cobertura florestal equivalente a 20% ou 50% da área de cada propriedade, conforme o caso, e por não ter planejado o uso da terra, de acordo com sua capacidade natural.

A falta de uma administração eficiente deste patrimônio nacional e a predominância de ações de desenvolvimento imediatistas foram responsáveis pela exploração predatória ocorrida, especialmente, na região Sul e a conseqüente descapitalização do Setor Florestal. Lamentavelmente, a experiência não foi suficiente para promover a mudança de postura do poder público, a fim de evitar que o processo de predação atingisse outras regiões.

Um país, com a extensão de recursos florestais do Brasil, precisa obrigatoriamente usar este capital florestal, para auxiliar seu processo de desenvolvimento, mas deverá fazê-lo utilizando, preferencialmente, o juro deste capital, sem destruir o capital natural. Só a administração correta e eficiente destes recursos, baseada em preceitos técnico-científicos, hoje disponíveis no país, fará com que o Brasil assuma, definitivamente, a posição que lhe cabe no cenário florestal internacional. Não se concebe a um país que detém 20% das florestas tropicais do mundo e cerca de 7 milhões de hectares de florestas plantadas, seu Setor Florestal ter um faturamento médio anual, de apenas, US\$ 15 bilhões - cerca de 4% do Produto Interno Bruto, já tendo respondido por 8% do PIB nacional - e exportações da ordem de US\$ 2 bilhões anuais, quando o Canadá, por exemplo, exporta cerca de US\$ 20 bilhões anualmente, ou seja, dez vezes mais que o Brasil. Enquanto o país hesita em assumir uma postura inovadora e realista neste aspecto, uma parte significativa do seu capital florestal é simplesmente jogado para a atmosfera, através das queimadas que se repetem a cada ano.

O desenvolvimento das potencialidades do Setor Florestal necessita, além do cumprimento da legislação específica, um instrumento de controle permanente das realidades florestais, que auxilie o planejamento de uso racional dos recursos e garanta sua conservação. Este instrumento auxiliar é o Inventário Florestal Nacional, o qual

vem sendo utilizado desde os anos 20 pelos países desenvolvidos, e que possuem Setores Florestais importantes, para determinar sua produção florestal anual, baseada no regime de produção sustentada, e para definir como esta produção deve ser manejada. As áreas florestais, uma vez definidas em função da capacidade de uso da terra e da conservação do meio ambiente, não são factíveis de usos alternativos, o que garante a manutenção do equilíbrio ambiental e a perenidade dos bens e serviços da floresta.

A implantação de um Inventário Florestal Nacional, em um país com a extensão territorial do Brasil, conforme PÉLLICO NETTO & BRENA (1993b), é uma decisão difícil de ser tomada, porém sua necessidade torna-se cada dia mais marcante, quando analisadas as mudanças ocorridas nos recursos florestais do país, nos últimos anos. É necessário que se faça um amplo retrospecto, para se entender os motivos que levaram os recursos florestais naturais, em algumas regiões do Brasil, caminharem ao completo exaurimento. Nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, esta situação vincula-se às bases político-econômicas do modelo de desenvolvimento em vigência no país.

As raízes da exploração desordenada dos recursos florestais estão ligadas à evolução histórica da economia, cujas conseqüências resultam de tratamentos prepotentes sobre eles, principalmente porque sempre foram vistos como presentes gratuitos da natureza e porque perderam gradualmente o grande valor que tinham no passado, antes do desenvolvimento das formas energéticas modernas.

KAPP (1971), citado por PÉLLICO NETTO (1979), caracteriza bem este problema, que pode ser interpretado como uma manipulação fácil e sem escrúpulos dos recursos florestais, sem avaliar os efeitos negativos trazidos à sociedade, através dos custos sociais causados pela institucionalização do princípio econômico do mínimo custo, ou da máxima produção. Este princípio vem exercendo forte pressão sobre os recursos florestais pelos seguintes motivos:

a) A política nacional estabeleceu estímulos ao capital estrangeiro, visando acelerar o desenvolvimento industrial do país, com todas as benevolências do governo, e resultantes cada vez maiores de custos sociais;

b) O modelo de desenvolvimento agrícola brasileiro se fundamentou sempre

em aumentar a produção através da expansão da área cultivada, prevalecendo o princípio de que, no Brasil, as fronteiras agrícolas são ilimitadas e que as florestas constituem obstáculos à produção de alimentos;

c) A atividade florestal primária é vista como de baixa rentabilidade e, por isso, comumente preterida em favor de outras alternativas;

d) O modelo de desenvolvimento do Brasil pressupõe que a economia, quase que em sua totalidade, fosse gerida pelo setor privado, porém a falta de uma organização mais eficiente do setor público leva a uma ação cada vez mais liberalista, gerando consequências desastrosas ao meio ambiente.

É incontestável, que o setor florestal brasileiro tem potencialidade para oferecer uma contribuição, muito maior que a atual, ao desenvolvimento do país. Entretanto, isto exige uma completa reformulação do Serviço Florestal do país, a definição e implementação de políticas claras de apoio e desenvolvimento ao setor, o suprimento dos instrumentos básicos indispensáveis ao planejamento, coordenação, execução e controle das políticas florestais, o desenvolvimento da pesquisa florestal, para instruir o poder público e o setor florestal em bases sólidas e, principalmente, colocar o poder público como agente das ações de desenvolvimento e não apenas das ações de polícia, como acontece atualmente.

1.3. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVAS

1.3.1. A ocupação do Brasil e o desmatamento

De acordo com PRADO JÚNIOR (1984) citado por SILVA (1991), o desmatamento em larga escala no Brasil esteve associado à própria formação histórica e econômica do país. No início, esteve estritamente vinculado ao interesse comercial pelo pau-brasil. Posteriormente, expandiu-se em decorrência dos novos interesses surgidos com o sistema de capitanias, avançou pela floresta estacional, mais a oeste da costa, e atingiu a caatinga, tipologia que pressionada desde a ocupação da região Nordeste sofreu poucas modificações em sua fisionomia original.

No século XVIII, com as bandeiras, iniciou o processo de ocupação da região central do país, tendo como alavanca econômica a mineração, especialmente de ouro.

Muito embora a rede hidrográfica do rio Amazonas tenha sido percorrida desde o primeiro período da história brasileira, a exploração de madeira na Amazônia aconteceu, durante séculos, apenas de forma seletiva.

No final do império, a exploração chegou às florestas de coníferas do sul do país, embora madeiras duras viessem sendo exploradas comercialmente no litoral paranaense desde o século XVIII.

A demanda de madeira para a construção civil, a necessidade de lenha para movimentação dos engenhos, o consumo doméstico, a expansão da fronteira agrícola (sobretudo para implantação das culturas de cana-de-açúcar e café) e da pecuária, foram os agentes do desmatamento até o final do período imperial.

Na primeira metade do século atual, a exploração florestal foi intensificada na Região Sul em consequência do aumento das exportações de pinho e do consumo interno. No final dos anos 30 a derrubada de florestas tornara-se indiscriminada nos três estados do sul.

Após a promulgação do primeiro Código Florestal Brasileiro em 1934, governo e iniciativa privada organizaram-se institucionalmente para gerir o setor florestal, criando o Instituto Nacional do Pinho, órgão paraestatal incumbido de organizar a produção, o comércio e estabelecer programas de florestamento e reflorestamento para atenuar a situação do desmatamento, já então preocupante.

Na segunda metade do século, o desmatamento atingiria a vegetação do cerrado, motivada pela expansão da agropecuária e a demanda crescente de carvão vegetal para siderurgia.

Em 1965 foi promulgado um novo Código Florestal. No ano seguinte foi instituída a lei dos incentivos fiscais ao reflorestamento e, em 1967, foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, nova autarquia encarregada de gerir o setor florestal brasileiro, substituído, em 1990, pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

A destruição das florestas nativas foi acelerada na década de 70, sobretudo na região Amazônica, com a implantação de grandes programas governamentais de colonização, construção de hidrelétricas e projetos privados de agropecuária.

1.3.2. Estruturação do setor florestal

Segundo PRADO JÚNIOR (1984) citado por SILVA (1991), a exploração do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze) trouxe como consequência, o desenvolvimento do processo de industrialização madeireira no sul do país.

A primeira Constituição Republicana criou estímulos à indústria madeireira, que tomou considerável impulso no início do atual século. A partir de então, a indústria de serraria passou a viver períodos alternados de pujança (Primeira Guerra Mundial, pré e pós Segunda Guerra) e de crises (Depressão mundial de 30, Segunda Guerra e reforma cambial de 49).

A criação do Instituto Nacional do Pinho propiciou a estabilização da indústria de serraria e o desenvolvimento da indústria de compensado.

No início dos anos 70 culminou o ciclo do pinho. Em contrapartida, constatou-se um aumento crescente na produção de madeira de outras espécies, com progressivo aumento na produção de madeiras beneficiadas, laminadas, compensadas e de aglomerados, indicando uma melhor performance da indústria madeireira pela agregação de valor aos seus produtos.

Após o programa de incentivos ao reflorestamento, o Governo Federal lançou, nos anos 70, outros dois programas que viriam consolidar o setor florestal brasileiro. Trata-se do Programa Nacional de Papel e Celulose, que tornou o país auto-suficiente e exportador de celulose - e do Programa Nacional de Siderurgia a Carvão Vegetal, com a finalidade de prover a auto-suficiência em carvão vegetal ao setor siderúrgico. Esses três programas possibilitaram a consolidação do setor florestal brasileiro já nos anos 80.

O Setor Florestal Brasileiro tem, atualmente, um consumo anual de madeira para suprimento industrial, energia, uso doméstico rural e secagem de grãos estimado

em 300 milhões de metros cúbicos, dos quais, cerca de 75 milhões são provenientes de florestas plantadas e o restante, proveniente de florestas nativas (SILVA, 1991).

1.3.3. Os inventários florestais no Brasil

Até o final dos anos 50, o desmatamento ocorreu sem que houvessem levantamentos que possibilitassem o controle do processo em si ou qualquer planejamento de utilização dos recursos florestais ou de uso alternativo da terra.

Os inventários florestais no Brasil tiveram início na segunda metade da década de 50, com o trabalho de HEINSDIJK (1957), constituindo o primeiro levantamento florestal de uma série realizada pela Missão FAO na Amazônia. Em 1974, a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM publicou um relatório contendo todos os inventários florestais realizados pela FAO na Amazônia, no período 1956-1961, abrangendo uma área total de 17.270.000 ha.

Posteriormente, outros inventários de cunho regional foram realizados, sendo um dos maiores destaques o Inventário do Pinheiro do Paraná realizado em 1966 (GOVERNO DO PARANÁ - CODEPAR/FAO/ESCOLA DE FLORESTAS DA UFPR, 1966).

Em 1967, a SUDENE realizou o Inventário Florestal de Alagoas, abrangendo uma área de 200.000 ha. No mesmo ano, a Escola de Florestas da UFPR, em cooperação com a RIGESA - Celulose Papel e Embalagens Ltda., realizou o Inventário Florestal da Araucária nos Estados do Paraná e Santa Catarina, em uma área de 3.088.904 ha.

No início dos anos 70, foi criado o Projeto RADAMBRASIL, que muito embora não tenha sido planejado como base de um Inventário Florestal Nacional, constituiu o mais extenso levantamento da cobertura florestal brasileira. Posteriormente o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, atendendo ao disposto no Decreto 68.758 de 25/05/71, incluiu no Programa de Aperfeiçoamento das Estatísticas Contínuas Agropecuárias, o Projeto Silvicultura. Este projeto foi implantado em 1974, com o objetivo de realizar uma pesquisa anual, em todo o

território nacional, sobre a situação do setor florestal relativo as espécies cultivadas, através do levantamento e acompanhamento permanente de dados de 36 espécies florestais a nível de Brasil, Regiões Geográficas, Unidades da Federação, Micro-Regiões Homogêneas e Municípios. Em 1984 o projeto foi suspenso para reavaliação.

Em 1972, a PROFLAMA (Projetos Florestais da Amazônia), em convênio com a SUDAM, realizou o Inventário Florestal do Distrito Agropecuário da SUFRAMA, em uma área de 589.334 ha. Neste mesmo ano, o Centro de Pesquisas Florestais do Setor de Ciências Agrárias da UFPR, em convênio com a Fundação Zoobotânica do Distrito Federal, realizou o Inventário Florestal do Distrito Federal, em uma área de 31.328 ha.

Em 1973, o Centro de Pesquisas Florestais do Setor de Ciências Agrárias da UFPR, em convênio com a Superintendência de Desenvolvimento do Sul - SUDESUL, Governo do Estado do Paraná e Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, realizou o Estudo das Alternativas Técnicas, Econômicas e Sociais do Setor Florestal do Paraná - Sub-Programa Matéria Prima.

Em 1974, o Grupo de Operações da Amazônia (GOA) realizou um Inventário Preliminar da Rodovia Transamazônica, em uma área de 19.829.699 ha.

Em 1975, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA em convênio com a Universidade Federal do Paraná, através do Curso de Engenharia Florestal, realizou o Inventário Florestal do PIC de Altamira, em uma extensão de 500 km ao longo da rodovia Transamazônica, para fins de colonização.

Em 1976, a CEPLAC realizou, em convênio com o Instituto Inter-Americano de Ciências Agrícolas, o Inventário Florestal da Região Cacaueira.

Em 1977, o IBDF realizou, através da Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná - FUPEF, o Inventário dos Reflorestamentos do Polo de Desenvolvimento do Centro Oeste - POLOCENTRO, abrangendo uma área de 550.000 ha. No mesmo ano, a ITAIPU BINACIONAL, em convênio com o Curso de Engenharia Florestal da UFPR, realizou o Inventário Florestal da área de influência da hidrelétrica de Itaipu, no lado brasileiro. E a Santa Izabel Agro-Florestal Ltda., através de contrato de licitação com o POLOAMAZÔNIA, realizou os seguintes inventários: Polo Acre - 8.970.000

ha; Polo Juruá-Solimões - 9.430.400 ha; Polo Marajó - 2.854.846 ha; Polo Trombetas - 2.265.932 ha; Polo Tapajós - 4.449.200 ha; Polo Carajás - 5.823.750 ha.

Em 1978, o IBDF, em convênio com a FUPEF, executou o Inventário Florestal do Pinheiro no Sul do Brasil.

Com os projetos de implantação de hidrelétricas na Amazônia, também em 1978, foi realizado o Inventário Florestal da área de inundação de Tucuruí, executado pela HIDRO BRASILEIRA.

Em 1979, o IBDF realizou, através da FUPEF, o Inventário Florestal do Polo Juruá-Solimões, abrangendo uma área de 1 milhão de hectares. E, através da Universidade Federal de Viçosa, o Inventário da Floresta Nacional do Tapajós, em cerca de 600 mil hectares.

No início dos anos 80, o IBDF constituiu um grupo de trabalho formado por professores de Inventário Florestal ligados às Universidades que possuíam Cursos de Engenharia Florestal, para planejar um inventário florestal a ser realizado a nível nacional. A iniciativa foi bem sucedida e pela primeira vez, no período 1980/82, foi executado o Inventário das Florestas Nativas e dos Reflorestamentos do país, com os pressupostos de transformar-se no Inventário Florestal Nacional.

Em 1982, o IBDF, em convênio com a Universidade Federal de Santa Maria, realizou o inventário da Floresta Nacional do Jamari, em uma área de 260 mil hectares.

O INPA, em 1982/83, realizou o Inventário Florestal das florestas que margeiam a BR-364, no trecho Porto Velho a Rio Branco.

Em 1983, o IBDF em convênio com a Universidade Federal de Santa Maria realizou o Inventário Florestal da Floresta Nacional do Amapá, em uma área de 1 milhão de hectares. Já em 1984, foram executados os Inventários Florestais das áreas de inundação das hidrelétricas de Balbina, no estado do Amazonas, e Samuel, no estado de Rondônia.

Em meados da década de 80 o IBDF realizou, em convênio com o Curso de Engenharia Florestal da UFPR, um censo florestal na Floresta Nacional do Tapajós, em uma área de 4.000 ha, enumerando todas as árvores com DAP maior ou igual a 55 centímetros. O IBAMA, em convênio com a Faculdade de Ciências Agrárias do Pará

(FCAP), realizou inventários por enumeração total em duas áreas desta Floresta Nacional, com 1.100 e 5.100 ha, e também em duas áreas na Floresta Nacional de Caxiuanã, com 296 e 1.000 ha.

Em 1987, o IBDF, em convênio com as Universidades Federais de Santa Maria e do Paraná, realizou os Planos de Ordenamento Florestal nas Florestas Nacionais das regiões Sul e Sudeste.

No final dos anos 80, a SUDAM, em convênio com a FCAP realizou um inventário por enumeração total, em uma área de 5.000 ha na Estação Experimental de Curuá-Una, para a implantação do projeto “Plano de Manejo Sustentado para a Floresta do Planalto”.

Lamentavelmente, o inventário realizado a nível nacional, no início da década de 80, representou o último esforço do poder público no sentido de obter informações globais sobre o setor florestal brasileiro. Uma década se passou sem que nenhum outro tipo de dados quantitativos e qualitativos sobre os recursos florestais tenham sido levantados, exceto com relação ao acompanhamento dos desmatamentos na região Amazônica.

O final do século XX marca a preocupação mundial com a degradação do meio ambiente. Nosso país, em particular, tem sido alvo constante de manifestações de protestos da comunidade internacional pela forma como a floresta amazônica vem sendo utilizada. Não menos apreensiva encontra-se a sociedade brasileira, que assiste a impiedosa dilapidação de um patrimônio nacional da maior significância, em benefício de alguns poucos brasileiros.

A continuar o ritmo de desmatamento da floresta amazônica, o Brasil corre o risco de destruir o maior remanescente de floresta tropical do mundo, sem tê-la conhecido completamente. Por isso, urge retomar a discussão do Inventário Florestal Nacional, instrumento indispensável para fornecer as informações atualizadas, suficientes, adequadas e oportunas para auxiliar o planejamento do setor florestal, monitoramento dos recursos e acompanhamento das mudanças no estoque e no ambiente, ao longo do tempo.

2. INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL

2.1. CONCEITO

Para manejar corretamente as florestas de um país é necessário informações detalhadas, suficientes e confiáveis sobre os seus recursos florestais. O administrador florestal necessita informações sobre o crescimento das florestas, sobre a mortalidade e taxas de exploração, sobre o crescimento médio em diâmetro, altura, ou volume das árvores vivas, entre outras. Pode também necessitar informação sobre a terra na qual as árvores crescem, a qualidade dos solos florestais e recursos de água, a fauna protegida pela floresta, o risco devido aos insetos e doenças epidêmicas, incêndios ou vendavais, e potencial de recreação da área florestal.

Segundo CUNIA (1978 p.XI), a maioria das informações sobre uma dada área florestal é obtida através do inventário dos seus recursos. Como o principal recurso comercializável é a madeira e como, em geral, os recursos florestais cobrem grandes áreas de terra, o inventário florestal pode ser definido como um procedimento sistemático para:

- a) Coletar dados mensuráveis dos recursos florestais e da terra sobre a qual eles crescem, através de amostragem;
- b) Processar os dados e analisar os resultados da amostra;
- c) Apresentar o volume de madeira e estimativas de área por espécie e classes de qualidade da floresta.

Existem três tipos principais de inventário florestal, de acordo com CUNIA (1978 p. XI): o operacional, o de manejo e o inventário florestal nacional. Todos eles se preocupam em oferecer estimativas sobre os recursos florestais. O primeiro, apenas sobre valores correntes e os outros, sobre valores correntes e taxas de mudança. Os dados dos inventários operacionais e de manejo são usados para elaborar planos de

curto e longo prazos, para o manejo de propriedades florestais específicas; já os inventários florestais nacionais são usados para estabelecer políticas florestais de âmbito nacional, expressar estas políticas através de legislação apropriada e programas nacionais, e criar a estrutura organizacional necessária para conduzir esses programas.

Um inventário florestal nacional (IFN) é um instrumento para tomada de decisões relativas ao uso do solo e manejo florestal, a nível nacional e regional. O inventário deve fornecer as informações básicas necessárias para o planejamento estratégico nesses campos (ERIKSSON, 1985 p.38).

Segundo CUNIA (1978 p.XIV), os inventários florestais nacionais ou regionais são inventários do tipo extensivo, que cobrem áreas florestais muito grandes, como um país inteiro ou certa subdivisão, região geográfica, econômica ou política definida.

Inventários florestais nacionais têm sido amplamente aplicados nos países do norte da Europa, visando fornecer as bases para a definição de políticas florestais, e para a elaboração de planos para o desenvolvimento e uso das florestas (NYSSÖNEN, 1963).

Conforme PÉLLICO NETTO & BRENA (1993a p.6), os inventários florestais nacionais são inventários extensivos que cobrem países inteiros, visando fornecer as bases para a definição de políticas florestais, para a administração florestal do país e para a elaboração de planos de desenvolvimento e uso das florestas.

2.2. ORIGEM E EVOLUÇÃO DOS INVENTÁRIOS FLORESTAIS NACIONAIS

O marco histórico dos inventários florestais nacionais é atribuído ao ano de 1911, quando foi realizado um inventário piloto no município de Värmland, na Suécia. Durante muito tempo foram usados exclusivamente na Escandinávia. Somente em 1953 os inventários nacionais receberam novos impulsos com o progresso no campo da aerofotogrametria e processamento eletrônico de dados (MAGIN, 1978 p.XXIX-XXXI).

Noruega, Finlândia e Suécia foram os pioneiros na implantação dos

inventários nacionais, tendo realizado o primeiro inventário praticamente no mesmo período, ou seja, 1919, 1921 e 1923 respectivamente, e, desde então, repetido periodicamente.

Antes do primeiro inventário da Suécia, as informações disponíveis eram consideradas incertas e temia-se que os recursos florestais estivessem decrescendo. O levantamento mostrou que a área florestal real era maior que a estimada e o estoque de crescimento, bem como o incremento, eram consideravelmente maiores do que se pensava (BENGTSSON, 1978 p.691).

A evolução dos inventários florestais nacionais, bem como de qualquer categoria de inventário florestal, está intimamente relacionada com o desenvolvimento do setor florestal de cada país. O estágio inicial desse desenvolvimento é caracterizado por uma observação geral, muitas vezes de cunho visual, indicando a existência do recurso florestal, em determinada região, com potencial para produzir produtos e subprodutos de interesse comercial. Quando o recurso florestal desperta algum interesse, seja comercial, econômico, social, ou ecológico, logo surge a necessidade de maiores informações sobre o mesmo, estimulando a execução de um inventário florestal. Nesta fase, de um modo geral, o interesse principal é concentrado na extração de madeira, mas a medida que a silvicultura e a indústria florestal tornam-se mais avançadas, sofisticadas e intensivas, a exigência de informações sobre os recursos florestais aumenta em quantidade, qualidade e precisão.

Conforme HUSCH (1978 p.134), quando o desenvolvimento do setor florestal assume um significativo grau de importância, a necessidade de descrições mais detalhadas da situação dos recursos florestais torna-se rapidamente imperiosa. No caso de empresas privadas isto pode representar um inventário completo de suas propriedades ou, a nível público, um inventário florestal regional ou nacional. A partir do momento em que o setor florestal assume uma função social ou econômica relevante, torna-se evidente a necessidade de informações atualizadas, para embasar as decisões pertinentes ao manejo florestal.

Em alguns casos, a implantação de um inventário florestal nacional ocorre mais cedo no processo evolutivo. HUSCH (1978 p.135) cita que em alguns países,

onde o desenvolvimento do setor florestal encontrava-se ainda no estágio inicial, foram implantados inventários em escala nacional ou regional antes de serem realmente necessários. O resultado foi um total desperdício de esforços, uma vez que a informação foi obtida quando o Órgão Florestal Governamental não estava preparado e organizado para usá-la.

Um inventário florestal nacional, ou de qualquer escala, não deve ser empreendido pelo simples fato de executá-lo, mas sim, para fornecer as informações que sejam realmente necessárias e que serão usadas. Se a necessidade, ou uso potencial, das informações ainda não existir é preferível adiar sua execução para o momento mais apropriado.

KUUSELA (1985 p.71) afirma que na Finlândia os inventários regulares das florestas tiveram início em 1921, com o objetivo de coletar informações referentes à quantidade e qualidade dos recursos florestais em condições de utilização, onde a madeira para combustível e uso doméstico era grande, o consumo de madeira industrial estava crescendo rapidamente e os recursos florestais estavam decrescendo. Além disso, havia necessidade de uma base confiável de dados para determinar a renda da floresta e os impostos da propriedade.

Conforme SICKLE (1978 p.90), o programa de inventário florestal em âmbito nacional nos Estados Unidos, iniciou-se em 1930, baseado na lei aprovada em 1928 pelo Congresso Norte-Americano, a qual forneceu as bases para a pesquisa silvicultural e autorizou o levantamento florestal. A lei ordenava à Secretaria da Agricultura, em cooperação com os Órgãos Oficiais de cada Estado ou com Agências Privadas, fazer um levantamento amplo da produtividade presente e potencial da área florestal, bem como determinar caminhos e formas de balancear a provisão de madeira nos Estados Unidos. A lei autorizou a implantação de 15 Estações Experimentais Florestais Regionais, com estrutura organizacional voltada para a pesquisa florestal, as quais foram reduzidas para oito. Os inventários florestais são conduzidos por projetos de pesquisa em sete das oito estações. Assim, o inventário nacional começou quase que simultaneamente em vários locais. A primeira avaliação nacional da situação dos recursos, baseada em parte dos dados dos inventários que estavam sendo coletados, foi

publicada em 1945. Novas avaliações nacionais foram compiladas em 1953, 1963, e 1970. Em 1974, o Congresso aprovou uma nova lei, delegando ao Departamento de Agricultura a incumbência de realizar avaliações periódicas nacionais, incluindo todos os recursos renováveis.

2.3. OBJETIVOS DOS INVENTÁRIOS FLORESTAIS NACIONAIS

Os inventários florestais nacionais, ou regionais, de um modo geral, diferem entre si quanto aos aspectos estruturais e metodológicos, mas seus objetivos são similares. Isto se deve ao pioneirismo dos países da Escandinávia, cujos sistemas desenvolvidos serviram de referência para a implementação dos inventários florestais nacionais na maioria dos países que conta com este instrumento.

De acordo com CUNIA (1985 p.3), as estimativas obtidas nos inventários florestais nacionais ou regionais são usadas, principalmente, para planejamento de médio e longo prazos e tomada de decisões políticas de um dado país ou região em seu nível mais elevado, ou seja, pelo governo federal, estadual ou regional. Elas são usadas especificamente para:

- a) definir uma política florestal nacional;
- b) expressar essa política em um conjunto de leis florestais e regulamentos;
- c) iniciar programas para o manejo de florestas nacionais, de acordo com essas leis;
- d) criar a estrutura organizacional para aplicar as leis florestais e executar os programas florestais nacionais;
- e) fornecer os meios para monitorar a evolução dos recursos florestais nacionais com o tempo e avaliar os resultados da política nacional, programas nacionais e todos os fatores ambientais naturais controláveis e incontroláveis.

ZÖHRER (1978, p. 449) enumera seis objetivos principais de um inventário florestal nacional:

- a) O primeiro objetivo de um inventário florestal nacional é apresentar informações sobre a cobertura florestal de um país, quanto a seu tamanho, distribuição

e regime de propriedade;

b) O segundo objetivo é fornecer informações sobre o volume de madeira disponível;

c) O terceiro objetivo é fornecer informações sobre a distribuição do volume de madeira disponível, por região, tipo florestal, espécie, etc.;

d) O quarto objetivo é fornecer informações sobre o crescimento das florestas. O terceiro e quarto objetivos devem ser considerados sempre juntos, uma vez que informações de volume e crescimento separados não fornecem cálculos confiáveis do corte permitido. Os inventários florestais nacionais oferecem a oportunidade de obter dados de incremento das florestas em sua variação regional;

e) O quinto objetivo é fornecer uma visão, em âmbito nacional, dos diferentes sítios florestais existentes;

f) O sexto objetivo é suprir a nação com dados do ambiente florestal. Este objetivo, de um modo geral, tem sido aceito, mas há uma carência de conceitos metodológicos para a coleta de dados e sua incorporação no plano geral de amostragem.

Os objetivos primários e necessidades de dados florestais a nível nacional são em geral, similares àqueles dos inventários de manejo, uma vez que valores correntes e taxas de mudança dos recursos florestais são normalmente requeridos. Também são necessárias estimativas da quantidade e qualidade de madeira disponível e o modo como mudam com o tempo, a distribuição das árvores por espécie, classe de diâmetro, classe de qualidade ou utilização potencial, a distribuição da floresta e terras por qualidade de sítio, cobertura vegetal, etc. (CUNIA, 1978 p. XIV).

Contudo, existem diferenças básicas entre os dois tipos de inventário e a maioria destas diferenças pode ser atribuída ao fato de que os recursos florestais de um país, públicos ou privados, são sempre vistos como parte dos recursos naturais pertencentes à nação. O inventário de manejo cobre apenas uma propriedade florestal e seu propósito principal é suprir o manejo com dados específicos para serem usados na tomada de decisões da propriedade florestal. Por outro lado, o inventário florestal nacional se preocupa com a área florestal de um país inteiro (ou certa subdivisão)

pertencente a uma variedade de propriedades. Os recursos estimados são combinados para todo o conjunto de propriedades, embora a propriedade seja uma característica geralmente mensurada. Além disso, os dados coletados são de natureza geral e usados para resolver problemas gerais de política nacional, com a pretensão de que as ações nacionais sejam ótimas em termos do bem-estar da nação como um todo. Contudo, pode acontecer que algumas das necessidades nacionais específicas de dados dos recursos florestais não estejam presentes no momento do inventário. Isto significa que alguns dados devem ser coletados para atender necessidades não correntemente identificadas.

Os objetivos dos inventários florestais nacionais têm sido gradualmente ampliados com o tempo. BENGTSSON (1978, p.692) comenta que, no primeiro inventário da Suécia, as informações foram coletadas em diferentes classes de solo e tipos de floresta, tamanho e estrutura do estoque de crescimento e incremento anual. Durante o segundo levantamento, foi introduzido o registro da situação da regeneração e atividades de regeneração e, desde então, é registrado separadamente por categoria de propriedade. A partir do terceiro inventário (1953), a exploração florestal realizada na última intervenção é avaliada através do inventário de tocos. Durante alguns anos, nas décadas de 60 e 70, realizou-se o inventário de solos. A mortalidade é estimada desde 1971, pela descrição das árvores mortas e derrubadas pelo vento. As informações coletadas tornaram-se cada vez mais detalhadas. O principal objetivo do levantamento é fornecer continuamente informações para o planejamento e controle da utilização dos recursos florestais, a nível nacional e regional. Na formulação dos objetivos enfatiza-se que devem ser estimados não só o estado atual dos recursos, mas também as mudanças no período. Além disso, o levantamento fornece dados básicos para a pesquisa florestal.

2.4. IMPORTÂNCIA DOS INVENTÁRIOS FLORESTAIS NACIONAIS

Em países com desenvolvimento florestal avançado, a necessidade de informações contínuas sobre os recursos florestais é reconhecida há muito tempo e,

desde então, contam com sistemas de inventários florestais nacionais. O estímulo para a implantação desses sistemas tem sido a consciência de que os planos, para o desenvolvimento do setor florestal e manejo das áreas florestais das nações, requerem informações sobre a localização, extensão, condições e capacidade produtiva das florestas. A tomada de decisões sobre o desenvolvimento do setor florestal não é uma tarefa única e definitiva. A base de recursos florestais, os valores sociais, culturais e a situação econômica de um país mudam continuamente, demandando novas decisões e ações. Este ambiente dinâmico exige a disponibilidade de informações atualizadas, sobre os recursos florestais, para a correta tomada de decisões (HUSCH, 1978 p.140).

Conforme ZÖHRER (1978, p.447), para usar os recursos florestais nacionais, visando obter o máximo de benefícios aos países, é essencial que se disponha de uma variedade de dados sobre esses recursos. Por esta razão, muitos países têm conduzido inventários florestais a nível nacional. Alguns desses países têm estabelecido organizações permanentes para planejar e executar inventários florestais nacionais e para processar e interpretar os dados correspondentes.

Para HUSCH (1978, p.136), embora as ideologias políticas e formas de governo possam diferir, todas as nações reconhecem as responsabilidades assumidas em manejar, supervisionar, ou estimular o manejo de suas florestas, bem como dos demais recursos naturais. As responsabilidades específicas podem variar de país para país, dependendo da importância dos recursos florestais na estrutura econômica e social do estado. Contudo, em termos gerais, os governos tem adotado as funções mais importantes, independente de sua orientação política, como necessárias para o bem-estar das nações. A figura 1 mostra alguns exemplos das funções mais importantes que um Estado assume, em relação às suas áreas florestais. As principais categorias de informações de inventário requeridas, para o cumprimento dessas funções, podem ser resumidas como segue:

a) Estimativas de áreas cobertas por florestas, de acordo com o sistema de classificação, tais como: tipos florestais, subdivisões políticas, bacias hidrográficas, etc.;

b) Localização dos recursos florestais e acessibilidade;

FIGURA 1: Funções do Estado, que dependem de informações de inventário florestal.

FUNÇÕES GERAIS	FUNÇÕES ESPECÍFICAS
1. Estabelecer a política florestal nacional e a legislação pertinente	<ul style="list-style-type: none"> - Definir e divulgar a política florestal; - Sugerir a legislação necessária; - Monitorar os resultados da legislação.
2. Preparar os programas e a estrutura da organização florestal do estado	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver programas de ação e orçamento; - Desenvolver a estrutura organizacional.
3. Manejar as áreas florestais próprias do Estado (florestas nacionais, parques, reserva, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo de madeira, pastagem, fauna e bacias hidrográficas; - Recreação; - Controle de incêndios; - Engenharia (construção de infra-estrutura física); - Terras (aquisição e controle); - Classificação das terras (uso atual e potencial); - Proteção (insetos, doenças, transgressões).
4. Cooperar e/ou controlar a atividade florestal conduzida por outros componentes do setor público e pelo setor privado	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo florestal (reflorestamento, tratos silviculturais); - Controle de incêndios e pragas; - Manejo de bacias hidrográficas (controle de erosão, prevenção de enchentes, etc.); - Assistência técnica.
5. Executar a pesquisa florestal ou estimular sua realização nas organizações semi-públicas e privadas	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo florestal; - Produtos florestais e Engenharia; - Economia florestal e comercialização; - Influências da floresta no ambiente; - Insetos e doenças florestais; - Incêndios florestais.
6. Planejar o desenvolvimento industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Formulação dos objetivos para o desenvolvimento industrial; - Análise e previsão da demanda de produtos florestais; - Análise e previsão do suprimento; - Identificação de alternativas para conciliar a previsão de suprimento e demanda; - Formulação de projeto individual e avaliação. Isto pode ser deixado para o setor privado, ou com participação de agências governamentais.

c) Modelos de propriedades;

d) Estimativas das quantidades de madeira, de acordo com a classificação

adotada;

- e) Estimativas do crescimento das florestas;
- f) Estimativas da demanda de produtos florestais;
- g) Informações sobre o uso atual, ou potencial da terra.

Para cumprir cada uma das funções especificadas na figura 1, seria requerido um ou mais itens de informações de inventário acima mencionados. Em alguns casos, tenta-se cumprir as funções do Estado acima especificadas, sem informações suficientes de inventário florestal. Nos estágios iniciais de desenvolvimento do setor florestal, isto pode ser necessário e até justificável. Porém, com o desenvolvimento florestal, as decisões tomadas com base na intuição, em suposições grosseiras, em pressão e emoção em vez de fatos, têm maior probabilidade de serem incorretas, com efeitos de longo prazo difíceis de serem remediados.

Dentre as inúmeras questões a serem decididas, que necessitam informações de inventário florestal, HUSCH (1978, p.139) cita as seguintes:

a) Qual é a situação atual dos recursos florestais? É necessário nova legislação para sua proteção, utilização racional, expansão, controle, etc.?

b) Que atividades específicas a organização florestal governamental deveria incluir em seus programas de curto, médio e longo prazos? - por exemplo, são necessárias medidas silviculturais especiais? É preciso reflorestar? Em que taxa de plantio? A prevenção e controle de incêndios, insetos e doenças é adequada, ou há necessidade de novas medidas?

c) Há necessidade de implantar novos parques nacionais, florestas nacionais, ou reservas? Ou expandir, reduzir, ou mesmo modificar os existentes? As condições das terras e florestas são adequadas para satisfazer as demandas nelas estabelecidas?

d) São necessárias medidas específicas para estimular ou controlar o uso e proteção dos recursos florestais nas propriedades privadas?

e) Que problemas específicos, relativos aos recursos florestais, requerem pesquisas?

f) Existem regiões onde o estabelecimento de indústrias florestais, ou sua expansão deveria ser estimulado? Por outro lado, existem regiões onde os recursos

florestais são ou serão insuficientes para suportar as indústrias existentes? Que infraestrutura física, tais como estradas, pontes, portos é necessária para os serviços da indústria florestal?

De acordo com ERIKSSON (1985 p.38), as florestas da Suécia são de grande importância para o bem-estar da nação e têm sido assim por muitas gerações. Desde muito cedo, as autoridades perceberam a necessidade de maiores conhecimentos sobre as florestas, obtidos através de inventários florestais, para planejar sua utilização.

Os inventários florestais nacionais têm sido usados para identificar áreas de pesquisa necessárias, visando melhorar o manejo das áreas florestais nacionais; para proteger os recursos florestais, mediante o controle de danos causados por incêndios, vendavais, insetos ou doenças epidêmicas; para localizar áreas que não estejam sendo utilizadas em seu potencial pleno e, deste modo, planejar seu reflorestamento; para melhorar os povoamentos, ou substituir a produção de madeira por agricultura e vice-versa, etc. Em resumo, os dados estão sendo usados para tomar decisões a nível nacional, conduzir essas decisões e então verificar se as conseqüências das mesmas são as prognosticadas.

As informações dos inventários florestais nacionais também são usadas pelo setor privado, no desenvolvimento de novas indústrias ou manejo das existentes. Nos países desenvolvidos, que possuem recursos importantes de madeira, um inventário florestal nacional com baixa intensidade de amostragem (inventário de reconhecimento) pode ser o primeiro passo do processo de desenvolvimento da indústria florestal nacional. Para estabelecer e manter uma indústria florestal eficiente deve-se ter certeza da disponibilidade de madeira, sua qualidade e quantidade, sua acessibilidade e condições de exploração, as taxas de crescimento e mortalidade, etc., assim como as condições de comercialização para os produtos finais.

2.5. CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS DE UM SISTEMA DE INVENTÁRIO FLORESTA NACIONAL

Conforme CUNIA (1985 p. 6-17), os objetivos gerais dos inventários

florestais nacionais têm sido definidos em fornecer estimativas do estado corrente da área florestal em dado momento, bem como estimativas de suas taxas de mudança com o tempo. As estimativas deveriam ser calculadas para:

a) Grandes áreas florestais ou subdivisões políticas tais como, Estados, Províncias, Departamentos, ou tipos de povoamentos florestais, tais como: tipos de cobertura, classes de idade, classes de qualidade de sítio;

b) As características das árvores, tais como, espécies ou tamanho.

Muitos tipos de sistemas de inventários florestais satisfazem esses objetivos. Para ser eficiente em custo e suficientemente preciso, esses sistemas devem apresentar certas características. Mesmo sem elas, um sistema de inventário pode satisfazer, ao menos parcialmente, as informações necessárias ao manejo. De qualquer modo, para ser eficiente, a maioria dessas características básicas devem ser satisfeitas.

Na abertura da primeira reunião da IUFRO sobre Inventários Florestais Nacionais, realizada em Bucareste - Romênia em 1978, CUNIA (1978) resumiu os princípios básicos a serem seguidos no planejamento de sistemas de inventários florestais nacionais. Em 1985, discutiu novamente esses princípios, junto com alguns adicionais, apresentando-os como características desejáveis, classificadas em três categorias: características gerais, características relacionadas com a estrutura dos planos de amostragem e características relacionadas com a precisão das estimativas.

2.5.1. Características gerais

Segundo CUNIA (1985 p. 7-11) os inventários florestais nacionais devem ser planejados como sistemas novos, estatisticamente independentes de outros sistemas de inventários já existentes, sejam regionais, de manejo ou operacionais. O procedimento antigo de obter estimativas a nível nacional, combinando estimativas de inventários florestais locais, só deve ser usado quando não se dispõe de outra alternativa. Com freqüência, partes de um país ou região nunca foram adequadamente inventariados. Ou se inventariados, os sistemas podem ser diferentes daqueles aplicados no restante do país ou região, as definições usadas e os padrões de medição podem não ser uniformes,

e os inventários podem ter sido realizados em tempos diferentes.

Apesar de estatisticamente independentes, é importante que os inventários florestais nacionais sejam integrados com os regionais existentes e, algumas vezes, com os inventários para planos de manejo, desde que esses inventários cubram áreas florestais suficientemente grandes, sejam bem estabelecidos e estatisticamente corretos. Deste modo, a troca de informações entre os dois sistemas fará com que as estimativas dos inventários, em ambos os níveis, sejam mais precisas. Esta integração deve ser realizada a partir de requisitos básicos, utilizando definições e medições padronizadas em ambos os sistemas de inventários (local e nacional). Isto não obriga que as unidades amostrais sejam do mesmo tipo e tamanho, nem que sejam distribuídas pelo mesmo processo de amostragem. Porém, se isto acontecer, os inventários locais aumentam a intensidade de amostragem do inventário nacional na região, aumentando a precisão das estimativas locais.

O plano de amostragem do sistema de inventário florestal nacional deve ser estatisticamente apropriado, eficiente e sem tendências, para que possam ser calculadas estimativas válidas dos parâmetros de interesse, junto com seus erros. O plano deve, também, ser flexível, dinâmico e facilmente adaptável às seguintes situações:

- a) Mudanças no tipo de unidades amostrais, de pontos para parcelas ou vice-versa;
- b) Aumento ou redução na precisão das estimativas;
- c) Novas exigências de dados da floresta, tais como biomassa de folhas ou vegetação herbácea;
- d) Introdução de tecnologia mais avançada, quando forem disponíveis, como sensoriamento remoto, computadores, etc.

Por outro lado, é importante que a eficiência do plano de amostragem seja criticamente revista a cada remediação, por uma equipe de especialistas em amostragem florestal, biometria, sensoriamento remoto, computação, etc. Esta equipe deve fazer recomendações para o aperfeiçoamento do plano de amostragem. Como as equipes encarregadas dos inventários florestais nacionais são, normalmente, únicas em um dado país, é desejável que as equipes de revisão incluam especialistas de vários países.

Além disso, reuniões internacionais sobre sistemas de inventário florestal, troca de visitas por curtos ou longos períodos de tempo e troca de informações formais ou informais entre especialistas de vários países, devem ser organizadas regularmente.

O inventário florestal nacional deve, preferencialmente, ser do tipo amplo, integrado e multi-recursos. Os maiores problemas enfrentados pelos governos, em geral, são de amplo escopo e transcendem os limites dos problemas da área florestal. Muitos dos problemas a serem enfrentados por um país não são claramente percebidos no momento em que o inventário é projetado e executado. Isto implica que o inventário florestal nacional deve tomar as medições, mesmo que não haja um claro entendimento de onde, quando ou como essas medições serão usadas. Por isso, o sistema de inventário deve ser robusto, flexível e permitir mudanças, a fim de torná-lo consistente com as mudanças necessárias nas informações.

Conseqüentemente, os inventários florestais nacionais devem ser vistos como meios de coletar dados de recursos tradicionais de madeira, junto com dados sobre condições ambientais tais como, água, ar, solo, animais silvestres e habitats de animais silvestres, peixes e insetos, gramíneas, arbustos e biomassa de folhas, potencial de recreação e, mais recentemente, dados sobre poluição do ar, água e solo. Necessidades presentes devem ser consideradas junto com as necessidades possíveis e prováveis do futuro.

É importante que o sistema de inventário florestal nacional use computadores na coleta de dados no campo, na transmissão dos dados para o escritório central, bem como no processamento dos dados, análises estatísticas e apresentação dos resultados.

Para melhorar a eficiência dos planos de amostragem é imperioso fazer uso de técnicas de sensoriamento remoto. As fotografias aéreas são relativamente baratas, quando comparadas com levantamentos de campo e muitas medições da foto e campo são altamente correlacionadas. Esta correlação tem sido usada há algum tempo na estratificação de áreas florestais, dentro de povoamentos homogêneos, e na aplicação de planos eficientes de amostragem tais como, amostragem dupla por estratificação, dupla amostragem com regressão, ou complexos multi-estágios, planos multi-fases com probabilidade igual ou desigual de seleção.

Os avanços tecnológicos na área do sensoriamento remoto não estão sendo totalmente aproveitados. Desenvolvimentos importantes têm ocorrido nas escalas extra-grande e ultra-pequena das fotografias aéreas. Exposições multiespectrais de satélites podem fornecer coberturas praticamente contínuas dos recursos florestais de um país. Estes novos métodos de coleta de dados podem fornecer sucessivos conjuntos de medições da mesma área florestal, tomados em intervalos de tempo muito pequenos. Muitas dessas medições são correlacionadas com medições tomadas no campo. Investigando-se a natureza e a intensidade dessas correlações pode-se melhorar os planos de amostragem pelo uso de técnicas de múltiplos estágios, múltiplas fases, etc. E pela aplicação eficiente de computadores, para processar automaticamente a enorme massa de dados fornecida pelos sensores remotos, e para apresentar estimativas na forma tabular ou gráfica.

2.5.2. Características relacionadas à estrutura dos planos de amostragem

De acordo com CUNIA (1985 p.11-14) os sistemas de inventário florestal nacional devem ser apoiados em inventários contínuos, exceto quando são destinados a fornecer informações relativas a uma única abordagem no tempo.

Se os inventários contínuos forem estatisticamente independentes, não poderão fornecer estimativas diretas das mudanças ocorridas nos recursos florestais; além disso, as estimativas serão, do ponto de vista estatístico, não significativamente diferentes de zero. Neste caso, para se obter as estimativas de mudanças, ou crescimento, deve-se usar métodos indiretos tais como, tabelas de produção, parcelas experimentais, trado de incremento, etc. Se os sistemas de inventário florestal nacional forem planejados para fornecer estimativas diretas, então os inventários devem ser correlacionados. Esta correlação é obtida a partir de um número suficientemente grande de unidades amostrais permanentes, ou fotografias aéreas, medidas repetidas vezes em diferentes ocasiões no tempo.

Se forem usadas unidades amostrais permanentes é importante que sejam parcelas, com forma e tamanho adequados, tomadas separadamente ou em

conglomerados. Os pontos amostrais permanentes para relascopia parecem não ser tão eficientes. Não existe estudo experimental comparativo sobre custo-eficiência na medição dos componentes de mudança e crescimento entre vários tipos e tamanhos de unidades amostrais. Por essa razão, para estimar volumes correntes, é geralmente mais eficiente usar pontos amostrais com relascópio, podendo-se supor que esses pontos sejam mais eficientes, quando estimativas de crescimento também são requeridas.

A estratificação de áreas florestais, dentro de povoamentos homogêneos, aumenta a eficiência do inventário florestal, em dada ocasião, quando a amostragem estratificada é usada. Isto ocorre nos inventários operacionais ou de manejo, quando são requeridas, apenas, estimativas dos volumes correntes, no momento do inventário. Todavia, o problema torna-se diferente, quando são requeridas estimativas diretas das mudanças entre medições de inventários florestais contínuos, porque os limites dos estratos mudam com o tempo e essas mudanças podem constituir parâmetros a serem estimados. Além disso, se a amostragem estratificada não for realizada com alocação proporcional, os problemas estatísticos relativos à definição de estimativas sem tendência de várias ocasiões sucessivas podem tornar-se difíceis, senão impossíveis de serem controlados. Esse é o principal problema da pré-estratificação.

A pré-estratificação deve ser evitada nos sistemas de inventário florestal nacional, exceto se os estratos definidos forem permanentes, como no caso de unidades geográficas, por exemplo. Após duas ou três medições, a complexidade das fórmulas torna-se muito grande. Pode ser mais interessante selecionar as unidades amostrais em um meio não estratificado (por um arranjo sistemático bi-dimensional de unidades amostrais), realizar uma pós-estratificação da área florestal, e usar as fórmulas da amostragem pós-estratificada. A vantagem deste procedimento é sua conveniência nos casos em que a administração exija diferentes sistemas de estratificação, para diferentes necessidades, relativas a mesma abordagem no tempo, ou para os mesmos tipos de necessidades em diferentes abordagens no tempo; e para inventários integrados de múltiplos recursos pode ser difícil encontrar um sistema de estratificação que seja eficiente para a maioria, se não todos os recursos. Pela sua flexibilidade, a pós-estratificação pode acompanhar rigorosamente as mudanças

necessárias de manejo e, assim, consideradas ao longo da existência do inventário florestal nacional, pode mostrar-se tão ou mais eficiente do que a pré-estratificação.

Por essa razão, as unidades amostrais permanentes e temporárias fornecem, igualmente, informações precisas sobre valores correntes; somente as unidades permanentes fornecem informações diretas sobre componentes da mudança ou crescimento; a precisão desejada nas estimativas de valores correntes são geralmente diferentes daqueles dos componentes de crescimento; e as unidades amostrais temporárias custam menos para serem estabelecidas, o que indica ser vantajoso usar um número de unidades amostrais permanentes, suficiente para estimar componentes de crescimento com a precisão desejada, e adicionar, se necessário, unidades amostrais temporárias, suficientes para satisfazer a precisão requerida para os valores correntes.

Para reduzir o número de unidades amostrais permanentes e temporárias e aumentar a precisão das estimativas, pode-se aplicar as técnicas de Amostragem com Repetição Parcial (ARP).

Como os critérios de comerciabilidade da madeira e acessibilidade à área mudam relativamente rápido, pode ser prudente que as medições dos recursos florestais, nos sistemas de inventário florestal nacional, sejam feitas independente dos conceitos correntes e padrões de comerciabilidade e acessibilidade. Por exemplo, pode-se usar a altura total ao invés da altura comercial, medir árvores de todas as espécies, incluindo aquelas sem valor comercial, o inventário deveria cobrir todas as áreas florestais, mesmo quando essas áreas não são acessíveis ou não apresentam povoamentos de valor comercial, etc. Desse modo, quando as estimativas de volumes são calculadas e publicadas, os valores básicos (para os quais as definições e padrões não mudam com o tempo) devem ser acompanhados dos valores comerciais, que expressam a utilização corrente. Por exemplo, as estimativas de volume de madeira deveriam ser calculadas como volumes comerciais líquidos, para várias classes de utilização (celulose, madeira para construção, laminado), mas também calculado como volume total da árvore inteira ou mesmo, como biomassa total (peso verde e seco em estufa) da árvore ou seus componentes.

2.5.3. Características relacionadas com a precisão das estimativas

Segundo CUNIA (1985 p.14-17), após a seleção do plano de amostragem a ser usado no sistema de inventário florestal nacional, um dos aspectos mais importantes a ser considerado é o cálculo do tamanho da amostra futura. É um problema intimamente relacionado com a precisão desejada para as estimativas dos parâmetros de interesse e com os custos de amostragem. Inicialmente, deve-se considerar que o cálculo do tamanho da amostra futura e a decisão sobre o nível de precisão são resultados de um processo de compromisso. Pode ocorrer que nunca se obtenha tanta precisão como se desejaria, porque isto custaria muito; e também pode-se não obter a precisão desejada com a quantia que se pode gastar.

O cálculo do tamanho futuro da amostra, deve considerar os custos de amostragem, em relação aos benefícios esperados, e a melhoria na tomada de decisões, com estimativas mais precisas. O compromisso também é feito em um nível diferente. Com um tamanho de amostra definido, nem todos os parâmetros de interesse são estimados com a precisão requerida ou desejada. Neste caso, o procedimento deve ser o seguinte:

- a) Determinar a relação existente entre custo, precisão e tamanho da amostra, somente para os parâmetros mais importantes e para o plano de amostragem selecionado;
- b) Selecionar o tamanho da amostra que satisfaça a exigência de precisão, para os parâmetros principais, em custos aceitáveis;
- c) Verificar se, para este tamanho de amostra, a precisão obtida em outros parâmetros, menos importantes, é suficiente para todos os propósitos práticos.

Desde que a decisão final sobre o tamanho da amostra a usar, ou sobre a precisão desejada para as estimativas, seja o resultado do senso comum, intuição e julgamento subjetivo do administrador (quem usará os resultados) e os estatísticos (quem elaborará o plano de amostragem), é difícil fixar regras. A experiência mostra ser satisfatório estimativas dos volumes correntes com a precisão em torno de 10% com 95% de nível de confiança, para áreas de 50 a 100 mil hectares. As estimativas

correspondentes de mudança, derivadas dos mesmos dados, podem ter uma precisão de somente $\pm 25-30\%$, com estimativas dos componentes de crescimento, tais como perda ou mortalidade, tendo uma precisão muito baixa.

Ao calcular a precisão das estimativas deve-se considerar todas as fontes de erro possíveis. Existem erros que podem e erros que não podem ser considerados ao calcular esta precisão, exceto em base subjetiva. Esses erros, contudo, podem ser controlados dentro de limites, nos quais se tornam desprezíveis. Metodologia estatística adequada é disponível para:

a) Calcular e expressar o erro de amostragem da primeira fase de unidades amostrais, ou pontos, e das tabelas de volume da segunda fase;

b) Combinar esses dois erros acima para a variedade de modelos de amostragem (ambas as fases) e estimadores. Como exemplo dos erros que não podem ser considerados no cálculo do erro (estatístico) total das estimativas, mas pode ser controlado para uma área de grande extensão, são as medições tendenciosas e as tendências associadas com a seleção de modelos estatísticos a serem usados.

O erro de medição é definido como a diferença entre o valor verdadeiro de uma quantidade e o valor determinado pelo processo de medição. Ele tem um componente aleatório que é devido à variação aleatória inerente, associada com qualquer processo físico de medição; medições repetidas da mesma quantidade nem sempre produzem os mesmos valores. Este aspecto é considerado pela fórmula usada para calcular o erro de amostragem das parcelas da primeira fase e das tabelas de volume da segunda fase. O segundo componente do erro de medição, os desvios de medição, somente podem ser controlados pela definição precisa do processo de medição, uso de equipamentos bem calibrados, bom treinamento do pessoal, etc. O erro devido a escolha do modelo estatístico não pode ser controlado apenas pela escolha criteriosa do modelo a ser usado. Quando a escolha é boa, o erro é pequeno. Diferentes estatísticos podem escolher diferentes modelos e obter diferentes estimativas. Mas os resultados obtidos por bons estatísticos, usando bons modelos são normalmente muito próximos em valor; e desse modo, esse componente de erro torna-se desprezível.

Considerando-se o erro das tabelas de volume e o fato de que as tabelas de volume antigas são teoricamente tendenciosas (a maioria, provavelmente construídas por métodos subjetivos, com árvores subjetivamente selecionadas de povoamentos que podem não ser representativos das florestas do país, como elas são hoje), pode ser necessário que novas tabelas sejam construídas por meios estatísticos, para qualquer sistema de inventário florestal nacional estabelecido novamente.

Para construir as novas tabelas de volume são necessárias novas árvores-amostras. Estas árvores podem pertencer a uma segunda fase distinta de amostragem, como discutido na seção prévia. Ou, a seleção de árvores pode ser feita como uma parte integrante do sistema de inventário florestal nacional, com as árvores-amostras, para as tabelas de volume, selecionadas ao mesmo tempo que as árvores da primeira fase de amostragem. Elas podem ser selecionadas como uma amostra completamente separada, ou constituir uma subamostra das árvores da primeira fase de amostragem. Em ambos os casos tem-se um modelo de amostragem em duas fases. Ou finalmente, todas as árvores da primeira fase podem ser também medidas para volume, em cujas circunstâncias o modelo já não é mais em duas fases e a tabela de volume já não é mais necessária.

É interessante destacar que na construção de novas tabelas de volume, deve-se mobilizar esforços para:

a) Selecionar uma amostra de árvores que seja representativa da população de interesse, por um processo de amostragem suficientemente simples para uma análise estatística válida;

b) Medir as árvores-amostras para volume (abatidas de preferência) com o mínimo de desvios de medição;

c) Construir as tabelas de volume por uma técnica estatística que seja consistente com o método de seleção das árvores-amostras. A literatura florestal mostra que, em praticamente todos os casos, as árvores-amostras foram corretamente selecionadas, mas analisadas por técnicas estatísticas muito questionáveis.

2.6. CONCLUSÕES

Os aspectos expostos neste capítulo, confrontados com a realidade dos recursos florestais do Brasil, permitem concluir que:

a) O Brasil apresenta os requisitos principais que caracterizam a necessidade de um sistema permanente de inventário florestal nacional, dado que seus recursos florestais despertam interesse econômico, social e ecológico, que transcendem os próprios limites do país;

b) De acordo com a evolução dos inventários florestais nacionais apresentada por HUSCH (1978), o desenvolvimento do setor florestal e das indústrias florestais do país assume significativo grau de importância, o que indica a necessidade de descrições mais detalhadas da situação dos recursos florestais, para embasar as decisões relativas ao uso e manejo das florestas;

c) As decisões relativas ao desenvolvimento florestal não são definitivas, uma vez que os recursos florestais, os valores sociais, culturais e a situação econômica do país mudam continuamente, exigindo novas decisões e ações. E para a correta tomada de decisões necessita-se dispor de informações atualizadas sobre os recursos florestais;

d) O sistema de inventário florestal nacional para o Brasil deve ser do tipo amplo, integrado e de múltiplos recursos, além de flexível e dinâmico, que possa ser facilmente adaptado a novas exigências de informações, precisão e introdução de novas tecnologias. Ele deve fornecer, além das informações tradicionais sobre os recursos madeireiros, também informações sobre o meio ambiente;

e) O inventário florestal nacional do Brasil deve ser apoiado em inventários contínuos, a fim de fornecer informações correntes e das taxas de mudanças ocorridas nos recursos florestais ao longo do tempo;

3. EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL EM INVENTÁRIOS FLORESTAIS NACIONAIS

A experiência internacional em Inventários Florestais Nacionais é apresentada, através da descrição dos sistemas utilizados pelos países que apresentam maior tradição neste tipo de levantamento e de maior expressão florestal no cenário mundial. Devido a semelhança das características florestais e dos sistemas de inventário florestal nacional de muitos países, agrupou-se a experiência internacional em: Européia, América do Norte e América Latina.

3.1. EXPERIÊNCIA EUROPÉIA

A experiência européia em Inventários Florestais Nacionais (IFN) é apresentada, através da descrição dos sistemas utilizados pela Suécia, Finlândia, Suíça, Holanda e Espanha.

3.1.1. Inventário florestal nacional da Suécia

Conforme BENGTTSSON (1978 p.691), o primeiro levantamento regular das florestas da Suécia, usando procedimentos estatísticos de amostragem, teve início em 1923. Seis levantamentos florestais nacionais já foram realizados: 1923/29, 1938/52, 1953/62, 1963/72, 1973/82 e 1983/92. Embora os dois primeiros levantamentos tenham sido conduzidos município por município, a partir de 1953 o trabalho de campo passou a ser um processo contínuo, que cobre todo o país anualmente.

O inventário florestal nacional dividiu o país em cinco regiões de levantamento e 24 unidades administrativas, representadas pelos municípios, cada um com um distrito florestal. A área florestal de tais unidades é, comumente, de 0,2 a 2

milhões de hectares, sendo as menores situadas no sudeste do país. No planejamento dos dois primeiros levantamentos, a precisão desejada foi de um erro padrão máximo de 2-3% para o volume total, dentro dos municípios. Nos demais levantamentos realizados, a meta foi obter a mesma precisão, após 10 anos de trabalho de campo.

Os levantamentos foram conduzido pelo Departamento de Levantamentos Florestais do College of Forestry, Universidade de Ciências Agrícolas da Suécia.

Os principais usuários dos resultados tem sido o Ministério da Agricultura, autoridades estatais, companhias e organizações de indústrias florestais, associações de proprietários florestais, pesquisadores e a sociedade em geral.

3.1.1.1. *Aspectos históricos*

Segundo ERIKSSON (1985 p.38), o primeiro IFN da Suécia (1923/29) foi realizado visando obter uma idéia do estado das florestas, com respeito à área, volume, composição, etc. Na amostragem, usou-se faixas de 10 m de largura, distribuídas através da amostragem em conglomerados sistemáticos estratificados. O modelo amostral em faixas mostrou-se ineficiente devido à alta correlação entre pontos adjacentes.

No segundo IFN (1938/52), visando aumentar a eficiência da amostragem, as medições foram concentradas em unidades circulares, com 5 m de raio, distribuídas ao longo de linhas de levantamento. Também foi introduzido o registro do estado e atividades de regeneração..

Nesses dois inventários verificou-se que os dados das diferentes regiões do país tinham idades diferentes. Este fato, associado ao desejo de estimar os cortes anuais, conduziu à decisão de que todo o país fosse inventariado anualmente.

No terceiro IFN (1953/62), além de o levantamento cobrir todo o país anualmente, introduziu-se, pela primeira vez em inventários florestais nacionais, o sistema de conglomerados quadrados ("tracts") e os cortes do período de exploração anterior foram estimados através de um inventário de tocos. Este modelo provou ser rápido, eficiente e prático, quando a rede de estradas não apresentava limitações.

O mesmo modelo de amostragem foi aplicado no quarto (1963/72), e quinto (1973/82) inventários. A partir de 1971, a mortalidade passou a ser estimada, através do registro de árvores mortas e derrubadas pelos ventos.

Durante as décadas de 60 e 70, realizou-se um inventário de solos. As equipes de levantamento realizaram uma série de investigações especiais tais como, inventário das estradas, da disponibilidade de alimentos de inverno e o consumo pelos animais, da produção de frutos silvestres, e também coletaram amostras de musgos para análises do conteúdo de metais pesados.

Em 1965, o processamento de dados do inventário passou a ser feito por computador, através de um sistema rápido e eficiente de coleta, consistência, transmissão, processamento, armazenagem e recuperação das informações.

Em 1983, teve início o sexto IFN da Suécia, descrito por ERIKSSON (1985 p.36-70), com base em CRUSE *et alii* (1984) e HÄGGLUND (1985), o qual é apresentado a seguir.

3.1.1.2. ***Objetivos e necessidades***

O objetivo principal do IFN da Suécia tem sido fornecer informação contínua para o planejamento e controle da utilização dos recursos florestais, a nível nacional e regional. Na formulação dos objetivos enfatizou-se que não deveria ser estimado apenas o estado corrente dos recursos, mas também as mudanças com o tempo. Além disso, o levantamento tem fornecido dados básicos para a pesquisa florestal.

Alguns exemplos do uso desses dados são os seguintes:

- a) Cálculo da previsão do suprimento de madeira a longo prazo, onde são avaliadas estratégias diferentes para a política florestal;
- b) Controle do estado das florestas, das medidas silviculturais adotadas, etc. e especialmente para controlar os efeitos de decisões referentes às políticas florestais;
- c) Estudo de vários aspectos de usos não convencionais dos recursos florestais, além dos silviculturais tradicionais, como a quantidade de produto bruto disponível para energia e o tamanho adequado da área de florestas energéticas;

d) Área de pesquisa florestal, onde os dados do inventário são usados diretamente em muitos projetos de pesquisa;

Desse modo, o IFN é primordialmente de interesse público, mas seus dados são usados por empresas privadas, associações de proprietários florestais e outras organizações privadas.

No planejamento do sexto inventário, alguns fatores adicionais foram considerados, entre os quais destacam-se:

- a) O corte anual foi ajustado ao nível da produção sustentada;
- b) O planejamento florestal considerou diferentes alternativas de uso das florestas, incluindo recreação, funções de proteção, etc.;
- c) O risco das florestas serem afetadas, seriamente, pela poluição em grande escala;
- d) O progresso alcançado nas técnicas estatísticas e computacionais;
- e) O crescimento dos custos do inventário em taxas maiores do que o dos recursos financeiros disponíveis.

As considerações acima indicaram a necessidade de um novo modelo estatístico e novas variáveis para o inventário. Conforme BENGTTSSON & HÄGGLUND (1980), para contemplar os novos objetivos e demandas de informações o plano do novo inventário sofreu as seguintes modificações:

- a) As mudanças e tendências dos recursos florestais foram monitoradas através de um modelo estatístico composto por parcelas temporárias e permanentes;
- b) O crescimento potencial foi estimado através de um novo sistema de avaliação de sítios naturais;
- c) As influências humanas sobre as florestas (cortes e práticas silviculturais) receberam maior atenção;
- d) Algumas das variáveis anteriores foram substituídas e novas variáveis foram adicionadas;
- e) O inventário foi intensificado nas áreas em que a silvicultura representa o uso potencial futuro da terra, como áreas de turfa e de pastagem natural;
- f) As mudanças ambientais foram monitoradas através de um inventário

intensivo da vegetação e solos, realizado em parcelas permanentes;

A precisão das estimativas de volume e de outras variáveis foi mantida.

3.1.1.3. *Modelo estatístico*

3.1.1.3.1. *Modelo geral*

Segundo ERIKSSON (1985 p.45), o modelo estatístico do sexto inventário foi desenvolvido por RANNEBY (1981 a, b, c, 1982) e MATERN (1981).

Os estudos realizados indicaram que o sistema de amostragem em conglomerados sistemáticos deveria ser mantido no inventário e que, por razões de ordem prática, não deveriam ser incluídos métodos de sensoriamento remoto, devido ao custo de obtenção e interpretação de fotografias aéreas. Os dados de satélite foram considerados insatisfatórios, mas acredita-se que novos satélites tornar-se-ão ferramentas valiosas no futuro, para inventários de grande escala. Todavia, como o escopo do inventário também é determinado pelas demandas de precisão das estimativas, tais como crescimento em diâmetro, textura do solo, etc., haverá sempre a necessidade de uma substancial amostra de campo no inventário.

Uma modificação importante na estrutura amostral do inventário foi a introdução de parcelas permanentes. O modelo é um tipo de amostragem com repetição parcial, onde são usadas parcelas temporárias e permanentes. Por razões práticas, as parcelas permanentes foram concentradas em conglomerados permanentes e as temporárias em conglomerados temporários.

Os conglomerados, em cada região, foram sistematicamente distribuídos nas folhas dos mapas topográficos, as quais cobrem uma área de 50 x 50 km. Esta distribuição iniciou em 1983 e as remediações dos conglomerados permanentes em 1988 (BENGTSSON, 1978 p.700).

De acordo com RANNEBY *et alii* (1987 p.14), os conglomerados temporários e permanentes foram distribuídos seguindo um modelo regular, quando considerados separadamente ou em combinação, de tal modo que os conglomerados

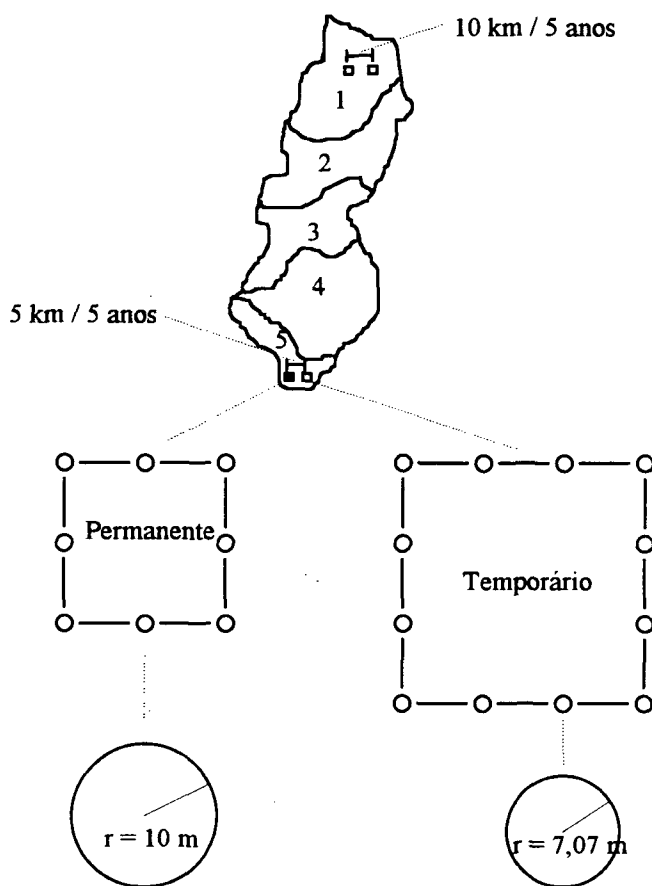
resultados foram apresentados por município, a intensidade de amostragem era maior nos pequenos municípios.

3.1.1.3.3. Conglomerados

A unidade de observação do inventário foi o conglomerado, o qual podia ser temporário ou permanente, como mostra a figura 3.

Um conglomerado é uma unidade que, normalmente, compromete um dia de trabalho de uma equipe de campo. Constatou-se que, para as condições da Suécia, o conglomerado deveria ser quadrado.

FIGURA 3: Esquema amostral do sexto IFN da Suécia



O comprimento do lado de um conglomerado temporário variou de 1.200 m (região 4) a 1.800 m (região 1). Para o conglomerado permanente, os valores

correspondentes eram 800 e 1.200 m. Na região 5 o conglomerado temporário tinha 400 m e o permanente 300 m de lado.

Como a variação espacial era muito maior ao sul do que ao norte da Suécia (baixa correlação entre dois pontos em uma distância fixada) a distância entre parcelas, e conseqüentemente o comprimento dos lados dos conglomerados, eram menores ao sul.

Na maior parte do sul da Suécia (região 5), onde a rede de estradas é muito densa e as condições de trabalho variam muito, tem-se usado o conglomerado de meio dia, formado por dois lados apenas do quadrado.

Os estudos mostraram que o número de conglomerados permanentes e temporários deveria ser igual, porque uma porção muito pequena de conglomerados permanentes forneceria uma precisão muito baixa às estimativas de mudança, enquanto uma porção demasiado pequena de conglomerados temporários forneceria um alto erro padrão às estimativas correntes. Por isso, metade dos conglomerados medidos a cada ano, era permanente e metade era temporária.

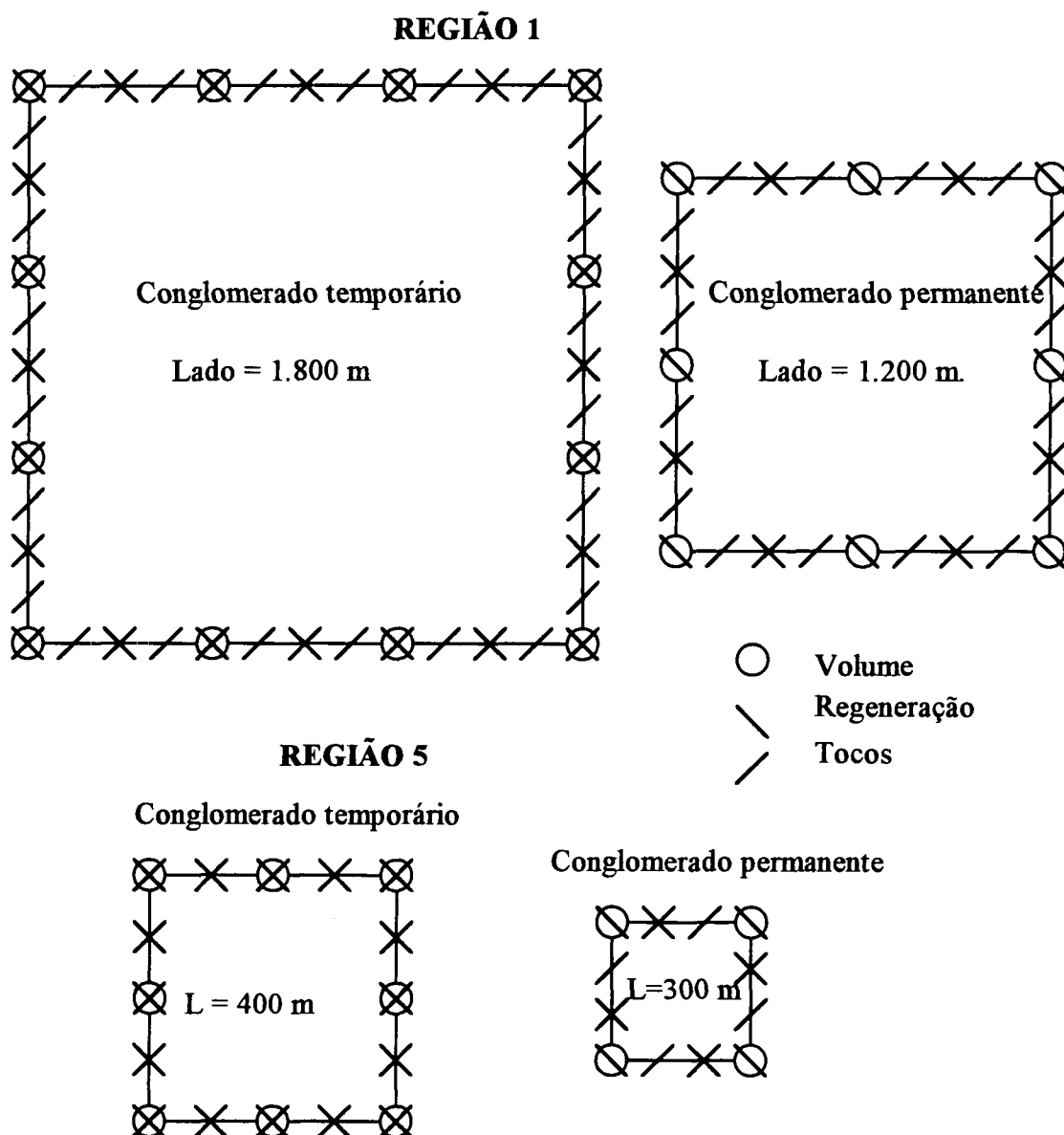
O conglomerado temporário tinha 12 parcelas amostrais (8 parcelas na região 5) com um raio de 7,07 m e o permanente tinha 8 parcelas amostrais (4 na região 5) com o raio de 10 m. Como os conglomerados deveriam ser concluídos em um dia de trabalho, o permanente, com parcelas maiores, tinha um número menor delas e menor comprimento do lado.

A cada ano, cerca de 2.300 conglomerados eram inventariados, sendo 1.150 permanentes e 1.150 temporários.

3.1.1.3.4. *Parcelas amostrais*

As parcelas amostrais mencionadas acima constituíam as parcelas para levantamento do volume de madeira. Mas no inventário existiam também dois outros tipos de parcelas, identificadas como parcelas de regeneração e de tocos, como mostram os conglomerados apresentados na figura 4.

FIGURA 4: Conglomerados (“tracts”) do sexto IFN da Suécia.



As parcelas de regeneração foram medidas somente nas áreas florestais em que o povoamento tinha uma altura média menor que 1,30 m e as parcelas de toco foram medidas somente se houvesse corte de árvores no ano anterior ao inventário.

O número de parcelas de toco era maior que o de regeneração e o destas, por sua vez, maior que o número de parcelas de volume. Isto porque os povoamentos jovens e grandes extensões de corte constituíam ocorrências raras do ponto de vista estatístico. Por esta razão a intensidade de amostragem era maior.

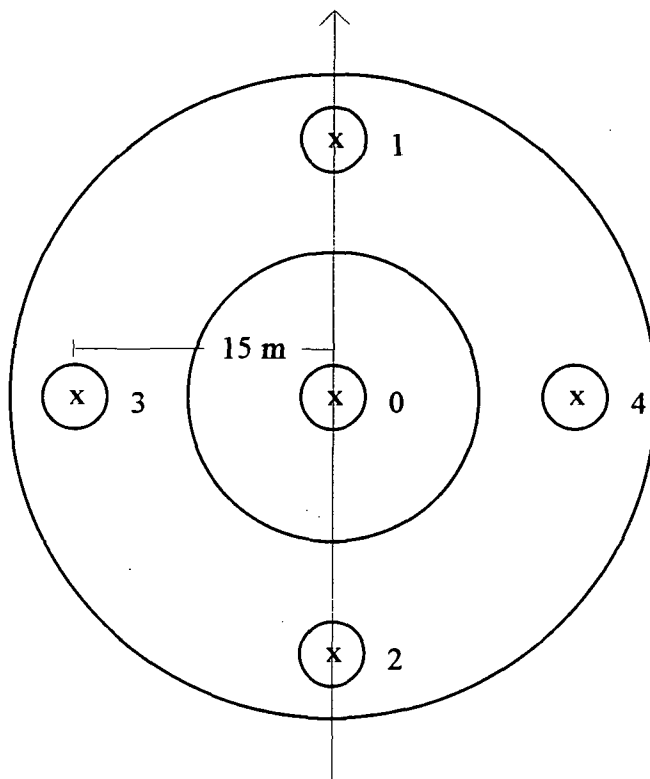
Observa-se na figura 4 algumas coincidências na locação das parcelas: em um conglomerados temporário, uma parcela de volume era sempre uma parcela de regeneração e a parcela de regeneração era sempre uma parcela de toco.

O mesmo esquema também era válido para conglomerados permanentes, com a exceção de que uma parcela de volume nunca era uma parcela de toco.

Todas as parcelas de toco e regeneração eram parcelas temporárias, mesmo nos conglomerados permanentes.

As parcelas de toco tinham um raio de 7,07 m, enquanto as de regeneração eram constituídas por conglomerados de cinco pequenas parcelas, com raio de 1,78 m, sistematicamente distribuídas dentro de uma parcela maior com raio de 20 m. A figura 5 mostra o esquema das parcelas de regeneração.

FIGURA 5: Esquema das parcelas de regeneração do sexto IFN da Suécia.



3.1.1.3.5. Árvores-amostras

Nas parcelas de volume, foram medidos os diâmetros à altura do peito (DAP)

de todas as árvores. Uma parte dessas árvores foi selecionada como árvores-amostras, principalmente para estimar volume, idade e incremento.

3.1.1.3.6. Precisão

A precisão foi mantida em um erro padrão máximo de 2-3% do volume estimado dos povoamentos, dentro do município. Como metade dos conglomerados medidos no período 1983/87 era permanente, os medidos em 1983 foram remedidos em 1988, os medidos em 1984 foram remedidos em 1989 e assim por diante. Os conglomerados medidos em 1983 foram remedidos pela segunda vez em 1993.

As tabelas 1 a 3 mostram os erros padrões relativos para as estimativas de volume por hectare, de áreas florestais e de volume total dos povoamentos, para o período 1973/77 do inventário anterior e para os períodos 1983/87 (antes da primeira remedição), 1988/92 (após a primeira remedição) e 1993/97 (após a segunda remedição) do novo inventário.

TABELA 1: Erro padrão relativo da estimativa de volume por hectare do IFN da Suécia.

MUNICÍPIO	ERRO PADRÃO (%)			
	1973/77	1983/87	1988/92	1993/97
Västernorrland	1,9	2,1	1,8	1,7
Kristianstad	2,7	3,0	2,8	2,7

TABELA 2: Erro padrão relativo da estimativa de área florestal.

MUNICÍPIO	ERRO PADRÃO (%)			
	1973/77	1983/87	1988/92	1993/97
Västernorrland	1,6	1,7	1,4	1,3
Kristianstad	4,4	2,9	2,7	2,5

TABELA 3: Erro padrão relativo da estimativa de volume total.

MUNICÍPIO	ERRO PADRÃO (%)			
	1973/77	1983/87	1988/92	1993/97
Västernorrland	2,5	2,7	2,3	2,1
Kristianstad	5,2	4,2	3,9	3,7

As tabelas acima referem-se a dois municípios diferentes: Västernorrland, um grande município situado ao norte da Suécia, com uma grande cobertura florestal (80%) e Kristianstad, município pequeno situado ao sul da Suécia, que possui uma cobertura florestal relativamente pequena (47%).

As estimativas dos erros padrões foram obtidas com base na teoria da amostragem com repetição parcial (WARE & CUNIA, 1962).

Após a primeira remedição do sexto inventário, o volume foi estimado com uma precisão maior do que aquela que seria obtida se apenas conglomerados temporários fossem medidos, como ocorreu no inventário anterior.

3.1.1.4. *Registro de dados*

3.1.1.4.1. *Blocos de informações*

Cerca de 200 variáveis foram registradas no inventário, estruturadas em cinco blocos principais: sítio; área; volume, crescimento e mortalidade; regeneração; e corte anual. Além desses, existem outros blocos de informações: os inventários especiais de vegetação e solos, realizados em parcelas permanentes, e inventários adicionais. Estes inventários visam, principalmente, o monitoramento ambiental.

a) Variável sítio

De acordo com HÄGGLUND & LUNDMARK (1977) o bloco de informações de sítio incluiu, principalmente, aquelas variáveis necessárias para estimar índice de sítio. Todas as variáveis foram estimadas em uma parcela com um raio de 10 metros.

O índice de sítio foi estimado em função da altura dominante e da idade, obtidas em povoamentos de coníferas não danificados e de idade uniforme. As variáveis levantadas foram: altitude, latitude, tipo de vegetação, hidrologia do solo,

profundidade e textura do solo, e tipo do clima local.

A caça tem provocado grandes danos às plantações de coníferas nos últimos anos. Por esta razão, ocorrências de danos e fatores que os influenciavam eram de grande interesse e, portanto, incluídos no inventário.

b) Informação de área

O bloco de informações de área incluiu cerca de 40 variáveis diferentes que descreviam o povoamento, ou o compartimento, como: as variáveis do povoamento (idade, classe de maturidade, área basal por hectare, etc.), variáveis que expressam a acessibilidade (distância até a estrada, classe de terreno, etc.), variáveis que refletem as influências humanas e também um julgamento dos tratamentos silviculturais necessários ao povoamento nos próximos 5 ou 10 anos.

Um problema relativo à informação de área era a unidade descrita. Muitas vezes, o compartimento era a unidade apropriada, por representar a unidade operativa para o setor florestal. Sob o aspecto prático, o compartimento abrange uma área muito grande para estimar algumas variáveis e, desse modo, essas variáveis eram estimadas em unidades de área menores. As seguintes unidades de área foram consideradas:

- O compartimento no qual a parcela estava situada;
- A parcela circular com raio de 20 m;
- A parcela circular com raio de 10 m.

As variáveis aplicadas diretamente aos compartimentos foram: classe de uso da terra, área do compartimento, classe de maturidade, grau de utilização do sítio e tratamento proposto.

Todas as outras variáveis foram estimadas em parcelas com raios de 20 ou 10 m. A maioria delas, em parcelas com 20 m de raio.

O grau de utilização do sítio foi estimado em quatro classes. A estimativa baseava-se em alguns fatores importantes, como a adequabilidade da espécie florestal ao sítio, a densidade e qualidade do povoamento. O grau de utilização era dado pela combinação desses fatores. Este é um exemplo de variável baseada muito mais no

julgamento ocular do que em medições objetivas. É o caso de muitas das variáveis de área, da classe de maturidade e as sugestões de operações que devem ser realizadas no compartimento, nos próximos cinco ou dez anos.

Descrever a influência humana na floresta é muito importante. Mais de cinco operações diferentes podem ser registradas. Especialmente em parcelas permanentes, esta informação pode ser ligada à efeitos de crescimento e mortalidade, e ser usada na construção de modelos para previsões de longo prazo.

c) Volume, crescimento e mortalidade

Volume, crescimento e mortalidade foram estimados em parcelas de raio fixo. O raio das parcelas permanentes tinha 10 m e o das temporárias 7,07 m.

Nas parcelas de volume, foram medidas todas as árvores com DAP maior que 10 cm. Os diâmetros das árvores menores também foram medidos, mas em uma parte apenas da parcela - nas parcelas permanentes, dentro de uma sub-parcela com 5 m de raio e, nas temporárias, na metade de cada parcela. As árvores-amostras foram seleccionadas, aleatoriamente, com uma probabilidade que aumenta com seu diâmetro, para as relações de volume. No total, cerca de 23.000 árvores-amostras foram seleccionadas a cada ano, o que significava, em média, duas árvores-amostras por parcela permanente e uma em cada parcela temporária.

Nas parcelas temporárias, foi medida a espessura de casca e extraído um cilindro de madeira para estimar idade e crescimento.

A mortalidade foi estimada através do registro de cada árvore morta, junto com o julgamento da causa e o tempo de sua morte. A introdução de parcelas permanentes tornou a estimativa de mortalidade mais fácil e acurada.

d) Regeneração

O esquema das parcelas de regeneração foi descrito anteriormente. Estas parcelas foram medidas em povoamentos com altura média menor que 1,3 m. O

programa de medições incluiu um inventário especial de área variável e um inventário de mudas.

O inventário de área variável descrevia o povoamento e as operações realizadas, junto com algumas daquelas variáveis incluídas no bloco de informações de área, anteriormente mencionado. No inventário de mudas foram registrados o número total de mudas, bem como o número, tamanho e a espécie das mudas principais, em cada uma das cinco pequenas parcelas (1,78 m de raio). Muda principal era aquela que ficava no povoamento após um desbaste pré-comercial teórico. Se a parcela de regeneração coincidia com uma permanente de volume, a distribuição espacial das mudas principais também era registrada. Isto foi feito dentro de uma parcela com raio de 5 metros.

e) Corte anual

O corte anual foi estimado pela medição dos tocos das árvores cortadas durante a última estação de corte. Este inventário de corte foi realizado nas parcelas de toco previamente mencionadas.

No inventário de corte, os tocos foram registrados por diâmetro e espécie. Paralelamente, foram registradas algumas variáveis de área e outras descrevendo o corte.

A introdução de parcelas permanentes permitiu a obtenção de estimativas sem tendência do corte. Estas estimativas foram combinadas com aquelas obtidas através da medição de tocos.

3.1.1.4.2. *Inventário da vegetação e solos*

Para monitorar as mudanças e tendências nas variáveis relacionadas com a sanidade das florestas e a produtividade dos solos, foi realizado um inventário especial da vegetação e de solos, utilizando-se parcelas permanentes.

O inventário incluiu avaliações tais como:

- a) Vegetação rasteira, com algum detalhe;
- b) Diferentes camadas de húmus;
- c) Características do solo tais como: profundidade, textura e hidrologia;

Além disso, a camada de húmus e o solo mineral foram subamostrados. As amostras foram enviadas ao laboratório, para análise de nitrogênio, pH e metais pesados.

3.1.1.4.3. *Inventários adicionais*

Uma grande vantagem do inventário florestal nacional da Suécia é que ele tem sido realizado anualmente, cobrindo todo o país. Isto tem feito com que se mantenha estável a organização responsável pela realização do inventário, permitindo a realização de pequenos inventários adicionais, com baixo custo.

Exemplos desses pequenos inventários adicionais que têm sido realizados são os inventários de certas frutas, de fungos e pássaros da floresta. Em 1975, 1980 e 1985 foram tomadas amostras de musgos para análise de metais pesados.

Atualmente, algumas variáveis extras, como acículas danificadas observadas em árvores-amostras, tem sido registradas em associação com um projeto especial referente à danos florestais.

3.1.1.5. *Trabalho de campo*

3.1.1.5.1. *Equipes de campo*

O trabalho de campo tem sido feito por 22 equipes de levantamento ordinário e 2 equipes de controle. Cada equipe tem 4 membros, totalizando quase uma centena de pessoas envolvidas no trabalho.

Anualmente, tem sido levantados cerca de 2.300 conglomerados. Destes, cerca de 1.700 foram medidos no campo. Dos conglomerados remanescentes, em torno de 200 foram distribuídos sobre água e medidos a partir dos mapas, e cerca de 400

recaíram sobre áreas urbanas e montanhas, onde poucas variáveis foram registradas. Por esta razão, esses conglomerados foram medidos através de mapas e fotografias aéreas.

Cerca de 5% das parcelas amostrais medidas no campo foram remedidas pelas equipes especiais de controle. Os dados obtidos pelas equipes de controle foram comparados com os correspondentes obtidos pelas equipes ordinárias, através de computador.

Além das equipes de inventário, a organização do trabalho era composta por:

- a) Um professor assistente para coordenar o trabalho;
- b) Um inspetor de campo, o qual visita cada equipe 2 a 3 vezes durante o trabalho de campo;
- c) Uma unidade de mapa, com 2 a 3 pessoas, responsável pelos mapas e fotografias aéreas necessárias;
- d) Uma unidade, de 2 pessoas, para testar e conferir os dados;
- e) Uma unidade, de 4 a 5 pessoas, para medir incremento, através de cilindros obtidos com trado de Pressler.

3.1.1.5.2. *Marcação de conglomerados e parcelas permanentes*

O objetivo desta marcação era facilitar a localização das parcelas pelas equipes de campo e, ao mesmo tempo, dificultar sua identificação por outras pessoas. É importante que as parcelas não sejam descobertas, uma vez que podem ser submetidas a tratamentos não representativos do povoamento. Uma das razões de se ter uma porção considerável de parcelas temporárias no inventário é que elas oferecem a possibilidade de descobrir desvios deste tipo.

3.1.1.5.3. *Coleta de dados*

A quantidade de dados coletadas a cada ano no inventário foi consideravelmente grande. No total, foram medidas cerca de 200 variáveis diferentes

em 18.000 parcelas. Estes dados foram registrados, transmitidos, conferidos e armazenados.

Todos os dados de campo foram registrados em microcomputador. Uma das vantagens do uso de microcomputadores é a possibilidade de conferir os dados diretamente no campo. Desse modo, todos os dados foram conferidos com respeito à validade e integridade ainda no campo.

A cada dois dias, em média, os dados coletados eram transmitidos, por telefone, para o computador central, onde a conferência e consistência eram mais complexas.

3.1.1.6. *Processamento dos dados*

Após a correção dos dados, eles foram armazenados em uma base de dados hierárquica, chamada arquivos índices. À cada árvore e toco medidos, foi atribuído o volume através da generalização de dados das árvores-amostras. O método para fazer isto é chamado método rede. Quando as medições dos cilindros de incremento do inventário do ano eram concluídas, o procedimento correspondente era feito com referência ao incremento.

Os princípios para obter estimativas com os dados do inventário eram relativamente simples, contanto que todas as parcelas fossem consideradas como parcelas temporárias. Os cálculos iniciavam com a área total do município. Esta área era tomada nos mapas e considerada como o valor verdadeiro. A área de um certo estrato florestal, em um município, era estimada por:

$$A_F = \frac{n_F}{n_T} \cdot A_T$$

onde:

A_F = área do estrato florestal;

n_F = número de parcelas distribuídas sobre o estrato florestal;

n_T = número total de parcelas distribuídas no município;

A_T = área total do município

O volume por hectare das áreas florestais (v_F) era estimado pelo volume médio das parcelas. E o volume total (V_F) dado por:

$$V_F = A_F \cdot v_F$$

De modo análogo, as estimativas eram feitas para qualquer outro estrato.

A partir da remedição das parcelas permanentes, os cálculos tornaram-se mais complexos. Supondo-se que para cada ano do período 1983/87 tenha-se medido igual número de parcelas temporárias (u) e permanentes (m) e que no período 1988/92 as parcelas permanentes (m) tenham sido remedidas e (n) parcelas novas temporárias tenham sido medidas a cada ano. Estimando-se os volumes médios para cada um destes quatro grupos de parcelas, obtinha-se as seguintes estimativas, como mostra a tabela 4.

TABELA 4: Médias estimadas por grupo de parcelas e período.

PERÍODO	PARCELAS	
	TEMPORÁRIAS	PERMANENTES
1983/87	\bar{X}_1	\bar{Y}_1
1988/92	\bar{X}_2	\bar{Y}_2

A melhor estimativa do volume no período 1983/87 era dada por:

$$\bar{Y} = a_1 \bar{X}_1 + a_2 \bar{Y}_1$$

onde (a_1) e (a_2) são pesos. Caso as parcelas, conglomerados temporários e permanentes, fossem iguais em todos os aspectos, ($a_1 = a_2 = 1$).

A estimativa do volume no período 1988/92 era baseado em \bar{X}_2 e \bar{Y}_2 . Todavia, a precisão pode ser aumentada usando-se a estimativa de \bar{X}_1 dada, por exemplo, pela seguinte relação:

$$\bar{Y} = \bar{X}_1 + (\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1)$$

Desse modo, o total estimado para o período 1988/92 era dado por

$$\bar{Y} = b_1 \bar{X}_2 + b_2 \bar{Y}_2 + b_3 [\bar{X}_1 + (\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1)]$$

onde b_1 , b_2 e b_3 são pesos.

Os resultados do inventário tem sido publicados regularmente em relatórios

departamentais e anuários estatísticos. Frequentemente, os dados do inventário têm sido usados em investigações públicas e para diferentes propósitos de pesquisa. Além disso, o inventário tem oferecido informações especiais adaptadas para vários propósitos requeridos por empresas florestais, organizações, etc.

3.1.1.7. Custos do levantamento

De acordo com BENGTTSSON (1978 p.692) os custos totais para coleta e processamento primário de dados somaram US\$ 1.304.348,00 (Sw Cr 6.000.000,00 - sendo 1 US\$ = 4,6 Sw Cr - Sweden Crown), em 1978, o que representa um custo anual por hectare de área florestal inventariada de US\$ 0,05 (Sw Cr 0,26).

3.1.1.8. Aspectos importantes do inventário florestal nacional da Suécia

O pioneirismo e a experiência acumulada pela Suécia, em 7 décadas de inventários florestais nacionais, são traduzidos pelo grau de aperfeiçoamento do sistema atual. Neste sistema merecem destaque os seguintes aspectos:

a) O sistema divide o país em 5 regiões de levantamento, onde se aplicam diferentes estruturas e intensidades de amostragem, e 24 unidades administrativas (municípios), uma vez que os resultados são apresentados por município;

b) O levantamento é executado pela Escola de Florestas da Universidade de Ciências Agrícolas da Suécia, cuja base de pesquisas específicas, em contínuo desenvolvimento, explica o grau de aprimoramento atingido pelo sistema. A realização do inventário florestal nacional, por uma única Instituição, é vantajosa em muitos aspectos, porém exequível apenas em países com pequena extensão territorial, como é o caso da Suécia;

c) O inventário constitui um processo contínuo, que cobre todo o país anualmente, medindo-se 20% dos conglomerados. A medição anual obedece uma seqüência regular e previamente preparada (um tipo de amostragem com repetição parcial), distribuindo os conglomerados a serem medidos nas diagonais secundárias

das redes sistemáticas, mantendo sempre uma unidade de intervalo. Este arranjo espacial visa reduzir a correlação entre os conglomerados;

Esta sistemática de execução do inventário permite que se disponha, anualmente, de informações parciais, porém atualizadas, de todo o país e informações globais a cada 5 ou 10 anos. Além disso, mantém todas as equipes responsáveis pelas diferentes tarefas do inventário em constante atividade e dilui os custos totais do trabalho em parcelas anuais. Isto tem importância significativa na manutenção de equipes especializadas e treinadas, que em última análise determinam a eficiência e qualidade do trabalho.

d) O sistema utiliza fotografias aéreas para mapeamento e orientação dos trabalhos de campo. Porém, não inclui métodos mais modernos de obtenção de dados por sensoriamento remoto, devido ao custo das fotografias aéreas e porque os dados obtidos em imagens de satélite são considerados insatisfatórios até o momento;

e) A estrutura de amostragem utilizada no sistema evidencia pouca variação na tipologia florestal, o que facilita a padronização da metodologia. As variações ocorrem no comprimento dos lados dos conglomerados e no número de parcelas, bem como no tamanho destas. Estas alterações são aplicadas em função da variação espacial das variáveis, condições de acesso e de trabalho na área, tamanho e estrutura dos municípios, e da intensidade de amostragem. Todos estes ajustes visam otimizar a estrutura amostral e aumentar a eficiência do inventário;

f) O sistema utiliza parcelas permanentes, concentradas em conglomerados permanentes, e temporárias, concentradas em conglomerados temporários. Os conglomerados são constituídos por três tipos de parcelas amostrais: volume, regeneração e toco. As parcelas de regeneração e toco são sempre temporárias, mesmo as integrantes de conglomerados permanentes;

g) No trabalho de campo, são coletadas cerca de 200 variáveis, para caracterizar sítio, área, volume, crescimento e mortalidade, regeneração, corte anual e monitoramento ambiental. Entre elas, incluem-se variáveis de julgamento pessoal, como grau de utilização do sítio e classe de maturidade, difíceis de serem medidas, mas que são muito utilizadas na apresentação dos resultados;

h) O trabalho de campo é realizado por 22 equipes de levantamento normal e 2 equipes de controle, cada uma delas compostas por 4 pessoas. Anualmente, as equipes normais levantam cerca de 1.700 conglomerados e as equipes de controle remedem 5% deles;

i) Os dados coletados no campo são digitados diretamente em microcomputador, possibilitando conferi-los com respeito a validade e integridade ainda no campo. A cada dois dias, os dados são transmitidos para o computador central, via telefone, através de transmissão remota de informações;

j) O custo total do inventário, para coleta e processamento primário dos dados, somou US\$ 1.304.348,00 (Sw Cr 6.000.000,00 - sendo 1 US\$ = 4,6 Sw Cr), em 1978, o que representa um custo anual, por hectare inventariado, de US\$ 0,05 (Sw Cr 0,26), ou US\$ 869,56 por conglomerado, considerando-se os 1.500 conglomerados medidos anualmente.

3.1.2. Inventário florestal nacional da Finlândia

O Inventário Florestal Nacional da Finlândia, com base estatística de amostragem, teve início em 1921, visando obter informações referentes à quantidade e qualidade dos recursos florestais em condições de uso, uma vez que o consumo de madeira para combustível e outros objetivos domésticos era grande, o uso de madeira industrial estava crescendo rapidamente e os recursos florestais estavam decrescendo. Além disso, havia a necessidade de uma base confiável de dados para a determinação da renda da floresta e imposto das propriedades.

No sétimo inventário, realizado no período 1977-84, a cobertura florestal do país foi estimada em 20,1 milhões de hectares. Nesse período, os produtos florestais e das indústrias florestais respondiam por 40 a 45% do valor total das exportações da Finlândia. Por isso, as informações sobre os recursos florestais são de fundamental importância para o planejamento e desenvolvimento de indústrias florestais e usos da madeira. Estimativas da máxima exploração possível, com base na produção sustentada, tem sido a base para planejar e regular o aumento do consumo de madeira

nas indústrias (KUUSELA, 1985 p.72).

Os resultados dos inventários florestais constituem a base de informações para utilizar e desenvolver recursos florestais, de tal modo que a utilização e melhoria das florestas, como recurso natural renovável, sejam eficientes e economicamente corretas. Assim, produção sustentada e princípios ecológicos podem ser seguidos.

O inventário tem sido realizado pelo Instituto Finlandês de Pesquisa Florestal, que é uma instituição estatal ligada ao Ministério da Agricultura e Florestas.

Os principais usuários das informações dos recursos florestais são o Ministério da Agricultura e Florestas, Conselho Florestal Nacional, Conselhos Florestais Central e Distritais, organizações de planejamento econômico a nível nacional e regional. Além destas instituições públicas, as organizações de indústrias florestais e companhias industriais usam as informações. Os resultados dos inventários florestais são também usados no planejamento de outras atividades de pesquisa florestal.

3.1.2.1. *Objetivos*

De acordo com KUUSELA (1978 p.368) o principal objetivo do inventário florestal nacional da Finlândia tem sido fornecer informações sobre os recursos florestais, para planejar e controlar a área florestal e as indústrias florestais.

Segundo KUUSELA (1985 p.72), as características importantes dos recursos florestais são: área e qualidade de sítio, volume, estrutura, qualidade e incremento do estoque de crescimento, maior exploração possível e remoção por sortimento de madeira com base na produção sustentada, condição silvicultural dos povoamentos, e os trabalhos silviculturais e de melhoramento florestal exigidos. Algumas características são estimadas para planejamento de uso múltiplo das florestas. Informações relativas a madeira cortada e utilizada, também são necessárias para as estimativas do balanço florestal. Estas são conseguidas por investigações separadas da utilização da madeira e exploração. Os tocos das árvores cortadas também são medidos no inventário e os resultados descrevem a qualidade das árvores exploradas e os

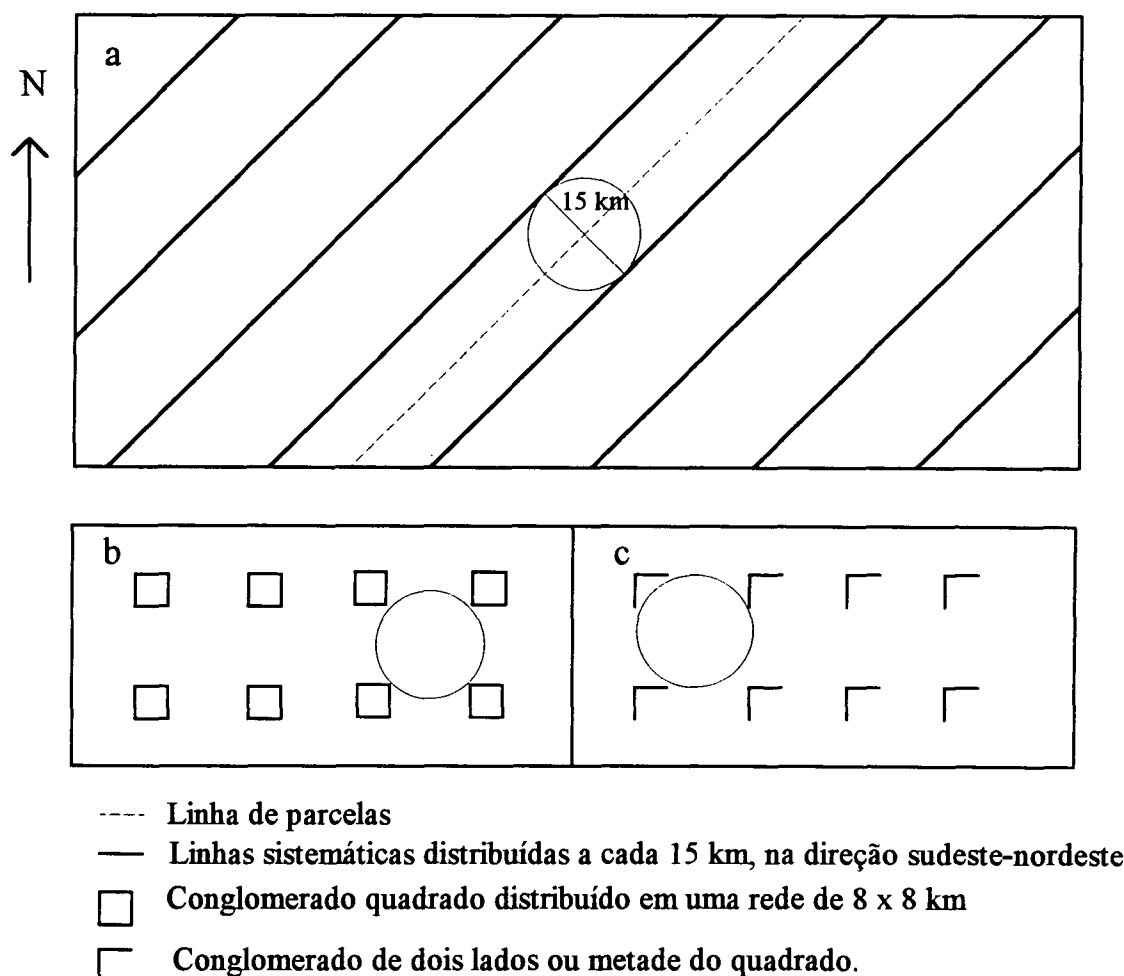
métodos de corte aplicados.

3.1.2.2. Aspectos históricos

O inventário já foi realizado sete vezes. Os anos de trabalho de campo foram: 1921/24, 1936/39, 1951/53, 1960/63, 1964/70, 1971/76 e 1977/84. Os primeiros quatro inventários foram executados em intervalos de tempo considerados adequados na época. A partir de 1960, o trabalho de campo tornou-se um processo anual contínuo.

A figura 6 mostra a evolução dos esquemas de amostragem usados no inventário florestal nacional da Finlândia (KUUSELA, 1985 p.73).

FIGURA 6: Esquemas de amostragem do inventário da Finlândia.



Até 1963, o inventário usava uma amostra de linhas paralelas e parcelas amostrais medidas sobre as linhas. A área de sítios e classes dos povoamentos era estimada por medições nas linhas. A direção das linhas era de sudeste para nordeste, com uma distância entre as linhas de 15 km, na maioria dos casos (figura 6-a). As características do estoque de crescimento eram estimadas através de parcelas amostrais.

A partir de 1964, o inventário passou a usar conglomerados de parcelas em linha. No primeiro inventário, as parcelas eram dispostas sobre um conglomerado quadrado (figura 6-b). Posteriormente, as parcelas foram dispostas em um conglomerado com metade do quadrado (figura 6-c).

As razões que justificaram a mudança do modelo de distribuição das parcelas em linhas foram as seguintes:

a) Por ocasião dos primeiros inventários, a rede de estradas era esparsa e os meios de transporte eram pobres. A amostragem de parcelas em linhas paralelas era barata, em superfície plana e em terreno acessível;

b) A rede de estradas melhorou rapidamente depois da Segunda Guerra Mundial; os veículos automotores tornaram-se comuns e a disposição dos membros das equipes de campo para caminhar, através do país, decresceu.

Do ponto de vista da eficiência de amostragem, as medições sobre linhas paralelas tem grande correlação entre linhas vizinhas e não há medições em uma grande área situada entre elas. Se as características da floresta formam uma figura oblonga paralela com as linhas, o erro estatístico das estimativas obtidas nas linhas de parcelas pode ser grande.

Quando a forma do conglomerado é metade do quadrado, a eficiência da amostragem melhora de tal modo, que ao usar o mesmo comprimento total das linhas, a precisão estatística é melhor do que usar a forma quadrada. Se o objetivo é a precisão pré-determinada, medir o modelo de amostragem com metade dos quadrados é mais seguro e barato, do que o modelo com quadrados inteiros.

3.1.2.3. *Organização administrativa, periodicidade e precisão*

De acordo com KUUSELA (1985 p.71) os inventários contínuos ocorrem por regiões. A extensão de cada ciclo, compreendendo um inventário completo, depende dos recursos financeiros concedidos pelo orçamento estatal, da menor unidade de área para a qual os resultados são requeridos e da precisão estatística desejada para as estimativas.

Para os propósitos gerais de planejamento de atividades na área florestal, as estimativas principais tem sido requeridas para unidades com uma área mínima de, aproximadamente, 200.000 ha. O erro padrão da estimativa de volume do estoque de crescimento tem sido fixado em ± 5 a 8% no Sul e 10% no Norte da Finlândia, para essas unidades.

As unidades administrativas mais importantes são os “Forestry Board Districts”. Existem 20 distritos com área de 0,5 a 1,0 milhão de hectares. O erro padrão da estimativa do estoque de crescimento para estes distritos tem sido de 2 a 4%.

O sétimo inventário durou 8 anos (1977/84), com uma rotação média de 6,9 anos nos “Forestry Board Districts”. A área florestal foi estimada em 20,1 milhões de hectares, com um erro padrão de $\pm 0,5\%$. O volume do estoque de crescimento foi estimado em 1.664 milhões de m^3 , com erro padrão de $\pm 0,7\%$.

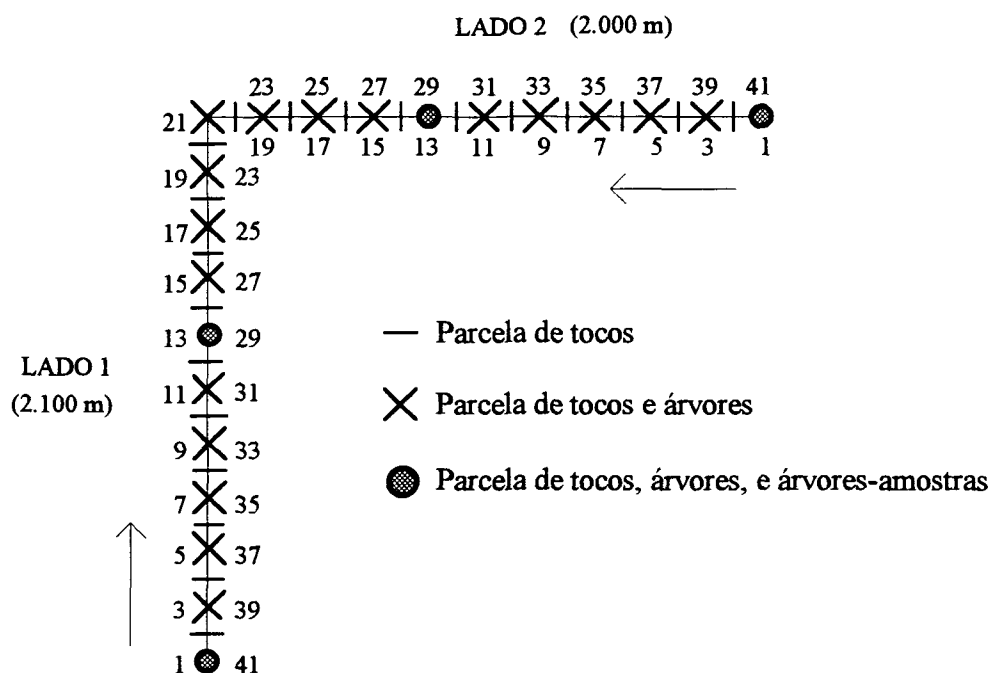
3.1.2.4. *Sistema de amostragem*

O inventário é baseado em uma amostra sistemática que cobre toda a área territorial e águas interiores do país.

Conforme KUUSELA (1985 p.73) os conglomerados usados no sétimo inventário (figura 7), iniciado em 1977, foram distribuídos em uma rede de 8 x 8 km. O comprimento total da linha, no conglomerado com a forma de meio quadrado (dois lados), foi de 4.100 m (figura 6-c). As características do local e do povoamento, bem como os tocos das árvores cortadas durante os últimos anos antes do trabalho de campo, foram estimados e medidos em 41 parcelas amostrais distribuídas sobre a linha

a cada 100 m.

FIGURA 7: Conglomerado usado no sétimo IFN da Finlândia.



O diâmetro à altura do peito, por espécie, foi medido em 21 parcelas distantes 200 m entre si. As árvores medidas foram selecionadas pelo relascópio, com o fator de área basal 2. Todas as árvores limites foram conferidas com trena e suta.

A altura das árvores, o diâmetro a 6 m de altura e o incremento dos últimos 5 anos foram medidos em 4 parcelas.

A amostragem em dois estágios foi aplicada pela primeira vez em 1970. No primeiro estágio, a área e classes de povoamentos foram estimadas por fotointerpretação de um grande número de parcelas, sistematicamente distribuídas nas fotografias aéreas, em escala 1:50.000.

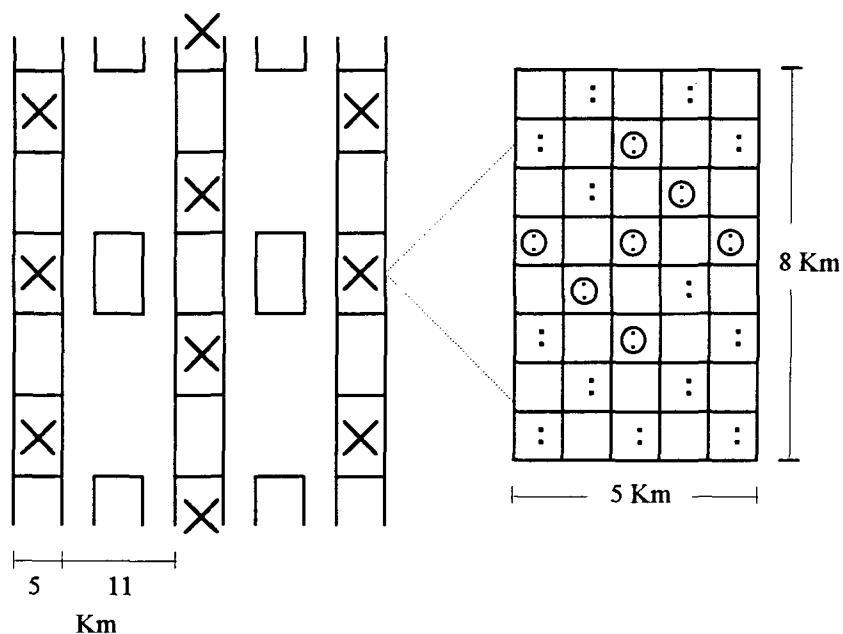
A figura 8 mostra o modelo atual de amostragem em dois estágios usado no inventário. Nesta figura, a distância entre parcelas do conglomerado era de 40 m.

Em Lapland, região mais ao norte da Finlândia, a área total era de 9,8 milhões de hectares, a área de florestas era de 9,6 milhões de hectares e a área de florestas produtivas atingiu 5,4 milhões de hectares. Grandes áreas eram cobertas por

vegetação arbustiva, cuja produção de madeira por hectare era pequena e a rede de estradas esparsa. Nestas condições, um sistema de amostragem em dois estágios, com fotografias aéreas e parcelas de campo combinadas, apresentou muitas vantagens.

FIGURA 8: Amostragem em dois estágios aplicada em Lapland - Finlândia.

FAIXAS DE FOTOGRAFIAS AÉREAS



Unidade de fotointerpretação

• Conglomerado de 2 parcelas



Unidade de fotointerpretação e parcela de campo

: Par de conglomerados

⊙ Parcelas de foto e campo

As estimativas dos pontos foram estratificadas em grupos homogêneos, com base nas características mais importantes da área e do povoamento.

Uma segunda amostra de pontos foi selecionada a partir desses grupos e foram medidas parcelas amostrais de campo nesses pontos. A amostragem de campo foi mais intensa naquelas áreas e classes de povoamentos mais importantes, do ponto de vista do planejamento da produção madeireira.

A amostra do primeiro estágio foi a base para as estimativas de áreas. As informações finais do local e povoamentos foram baseadas na amostra do segundo

estágio.

A aplicação da amostragem em dois estágios foi planejada para dar estimativas da área florestal e volume do estoque de crescimento, com uma precisão pré-determinada para 2 Distritos Florestais e suas 17 sub-regiões.

Outra modificação foi feita no modelo sistemático de distribuição das parcelas amostrais no campo, as quais podiam ser medidas antes, durante ou depois da fotointerpretação. Deste modo, o trabalho tornou-se flexível, permitindo tomar pontos adicionais de fotointerpretação para obter resultados de pequenas áreas, como distritos florestais estatais.

As parcelas de campo, sistematicamente distribuídas, forneceram uma estimativa independente, sem tendência, e um meio para verificar possíveis erros sistemáticos nas estimativas combinadas de fotos e campo.

Tem-se observado que a amostragem em dois estágios, baseada em fotointerpretação e parcelas de campo, torna-se mais econômica quando os custos do trabalho de campo aumentam em relação aos custos das fotografias aéreas. No momento, as estimativas de áreas e estoque de crescimento, para igual precisão estatística, são 30% mais baratas do que levantadas somente por amostragem de campo. Por outro lado, a amostragem em dois estágios exige maior experiência profissional do que a amostragem tradicional de campo.

Somente parcelas amostrais temporárias têm sido usadas até o momento. Contudo, parte das parcelas de campo medidas em Lapland, no sexto inventário, foi remedida no sétimo para obter experiência com parcelas remedidas. Durante os anos de 1985/86, cerca de 3.000 parcelas permanentes, sistematicamente distribuídas, foram estabelecidas no país, para monitoramento das mudanças ambientais e ecológicas e obter informações para previsão da produção de madeira.

3.1.2.5. *Balanço florestal entre o sexto e sétimo inventários*

O balanço florestal é uma comparação entre o volume do estoque de crescimento, no início e final de um período, do incremento e da extração do estoque

de crescimento durante esse período.

Na Finlândia, de acordo com KUUSELA (1985 p.75), as estimativas de volume do estoque de crescimento e seus incrementos têm sido baseadas nos resultados dos inventários florestais nacionais. O volume explorado é estimado por estudos estatísticos de corte, extração e utilização da madeira. O estudo considera os sortimentos de madeira removidos - toras, resíduos silviculturais, etc. - e a mortalidade, por espécie e por ano, em cada Distrito Florestal. O balanço tem sido calculado para cada Distrito, cuja soma destes resulta o balanço total para o país. O período de balanço mais curto dos Distritos foi 5 anos e o mais longo 8 anos. O período médio foi de 6,85 anos.

A equação básica do balanço florestal é a seguinte:

$$\textit{Estoque final} = \textit{estoque inicial} + \textit{incremento} - \textit{exploração}$$

O estoque final calculado é igual ao estoque final inventariado, se as estimativas forem acuradas. As estimativas do estoque de crescimento e incremento, conforme descrito antes, foram baseadas em amostragem. O maior erro padrão proporcional foi o do estoque de crescimento e o menor da área florestal. As estimativas da exploração foram baseadas no total removido e consumo de madeira industrial. Somente as estimativas dos volumes de madeira consumidos no meio rural, nas construções, e dos volumes de toras e resíduos silviculturais, têm erro de amostragem. Todas as estimativas são sujeitas a erros sistemáticos, os quais são difíceis de serem observados.

O balanço florestal tem vários benefícios. Ele mostra a relação entre a exploração e o incremento, nos distritos e no país, e o grau de super ou subutilização dos recursos florestais.

O volume total de tronco, com casca, do estoque de crescimento, incluindo parques nacionais e reservas naturais, foi de 1.519,5 milhões de m³ nos resultados do sexto inventário (1970/76) e 1.663,6 milhões de m³ nos resultados do sétimo inventário (1977/84). A estimativa do incremento do estoque, entre os dois inventários,

foi de 469,4 milhões de m³ e a exploração estimada em 334,2 milhões de m³.

O estoque final calculado foi de 1.654,7 milhões de m³, o qual diferiu em 0,5% do estoque inventariado. O estoque de crescimento do sétimo inventário inclui as árvores de 0-2 cm de diâmetro à altura do peito, as quais foram excluídas no sexto inventário.

As principais conclusões foram as seguintes: a exploração média anual entre os dois inventários, 48,7 milhões de m³, foi 3,2% do volume inicial do estoque de crescimento. O incremento anual foi de 68,4 milhões de m³. A exploração foi 29% menor do que o incremento, o que representa uma subutilização dos recursos florestais.

3.1.2.6. *Apresentação dos resultados do inventário*

Segundo KUUSELA (1985 p.76), os resultados principais do inventário foram calculados e publicados para 19 Distritos Florestais, para agregados regionais e para todo o país. Os resultados dos Distritos são publicados dentro de 6 meses após o fim de cada período de trabalho de campo. O desenvolvimento de recursos florestais tem sido apresentado em séries temporais, iniciando em 1922.

Os resultados para áreas agregadas de 500 municipalidades foram calculados para propósitos de planejamento de compras de madeira, desenvolvimentos industriais, tarefas silviculturais e atividade econômica regional. Os dados mais importantes para essas compras são os volumes e a estrutura do estoque de crescimento, incremento e possibilidades de corte, bem como os tratamentos requeridos pelos povoamentos e local.

Relatórios especiais foram preparados para o planejamento da produção de madeira em programas de entrada variável, para preparar o orçamento do Estado e para avaliar renda florestal e taxaço das propriedades. Mapas, apresentando a distribuição de áreas com características florestais, foram preparados por programas de computador.

3.1.2.7. *Custos*

Conforme KUUSELA (1985 p.72) os custos anuais do inventário, incluindo o pessoal da pesquisa, foi de 2,5 milhões de Fmk - marco finlandês - (US\$ 609.756) em 1984. Em relação a área florestal total, os custos anuais foram de 0,12 Fmk (US\$ 0.03) por hectare.

3.1.2.8. *Aspectos importantes do inventário florestal nacional da Finlândia*

Entre os aspectos mais importantes do Inventário Florestal Nacional da Finlândia destacam-se:

a) O levantamento, tal como o da Suécia, constitui um processo anual contínuo, realizado por regiões, e conduzido pelo Instituto Finlandês de Pesquisa Florestal, instituição ligada ao Ministério da Agricultura e Florestas;

b) O tempo de duração de cada inventário depende dos recursos financeiros concedidos pelo orçamento, da menor unidade de área para a qual os resultados são requeridos e da precisão estatística desejada para as estimativas. O sétimo inventário durou 8 anos;

c) As informações requeridas no levantamento são: área e qualidade de sítio, volume, estrutura, qualidade e incremento do estoque de crescimento, a exploração possível em função da produção sustentada, condição silvicultural dos povoamentos, e trabalhos silviculturais e de melhoramento exigidos, além de características de uso múltiplo das florestas.

d) O sistema é baseado em uma amostra sistemática distribuída sobre uma rede de 8 x 8 km, que cobre toda a área territorial e águas interiores do país. Utiliza conglomerados com forma de metade de um quadrado, justificado por ser mais eficiente, seguro, barato e resultar maior precisão do que o conglomerado quadrado. Os conglomerados também são compostos por três tipos de parcelas: de tocos; de tocos e árvores; de tocos, árvores e árvores-amostras;

e) Na região mais ao norte do país, onde grandes áreas eram cobertas por

capoeiras, ou não existiam árvores, a produção de madeira era pequena e a rede de estradas esparsa, o sistema utilizou a amostragem em dois estágios, através da combinação de fotografias aéreas e parcelas de campo. Este procedimento tornou-se mais econômico quando os custos do trabalho de campo aumentavam em relação aos das fotografias aéreas. Para a mesma precisão estatística, as estimativas de área e estoque foram 30% mais baratas do que quando levantadas somente por amostragem de campo. Entretanto, a amostragem em dois estágios exige maior experiência do que a amostragem tradicional de campo;

f) O erro padrão da estimativa de volume do estoque de crescimento foi fixado em ± 5 a 8% no Sul e 10 % no Norte do país, para unidades de, aproximadamente, 200.000 hectares. Nas unidades administrativas mais importantes (Forestry Board Districts), o erro padrão desta estimativa foi de 2 a 4 %.

g) Os custos anuais do inventário, considerando a área florestal total, foram de US\$ 0.03 por hectare, em 1984.

h) Um balanço florestal compara os volumes do estoque de crescimento, do incremento e da exploração no início e final de um período de inventário. As estimativas do estoque de crescimento e incrementos são dadas pelo inventário. O volume explorado é estimado por estudos estatísticos de corte, extração e utilização da madeira. O balanço florestal mostra a relação entre o incremento e a exploração, em cada distrito e no país, e o grau de super ou subutilização dos recursos florestais, sobretudo, para ajustar o corte permitido ao nível da produção sustentada.

3.1.3. Inventário florestal nacional da Suíça

Em 1981, o Conselho Federal aprovou o Inventário Florestal Nacional da Suíça. Uma resolução subsequente especificou as responsabilidades, limites e programa de ação. O Conselho Federal aprovou o programa geral do inventário nacional, envolvendo um custo total de 7,5 milhões de francos suíços, cerca de US\$ 5,835 milhões. O inventário foi programado para ser concluído em 5 anos, e executado em conjunto pelo Escritório Federal de Florestas e o Instituto Federal de Pesquisas

Florestais. O primeiro, ficou responsável pela coordenação, enquanto o Departamento de Inventário Florestal Nacional, do Instituto Federal de Pesquisas Florestais, encarregou-se da preparação e execução em termos científicos.

3.1.3.1. *Objetivos*

Segundo MAHRER (1985 p. 106), o objetivo geral do Inventário Florestal Nacional da Suíça é fornecer uma base confiável de informações para tomada de decisões e planejamento, com respeito à política florestal. O tipo de informação necessária de um inventário depende das metas da política florestal adotada. No caso da Suíça, as metas podem ser resumidas em três itens principais:

a) Manter a área florestal em sua totalidade e distribuição espacial. Para este fim, o governo federal necessita dados confiáveis sobre a área de florestas, com detalhes dos tipos florestais e tipos de mudanças que ocorrem, para formular uma política confiável de uso da terra;

b) Assegurar o manejo em regime de produção sustentada, em termos de utilização ótima da produção atual e potencial. Isto requer informações sobre a estabilidade e condições das florestas, produção dos povoamentos, a produção sustentada potencial com respeito às espécies, sortimento e qualidade da madeira, e condições do sítio. Um aspecto de fundamental importância é a determinação acurada do incremento e produção correntes;

c) Estabelecer a infra-estrutura florestal e auxiliar às empresas florestais a tornarem-se auto-suficientes. A informação necessária inclui dados sobre as oportunidades de exploração existentes e sua distribuição, de modo que a acessibilidade da produção potencial possa ser avaliada.

A definição dos objetivos influenciou, naturalmente, a escolha dos métodos usados no inventário. Certos aspectos, no entanto, foram de maior importância:

a) Primeiro, se o inventário destina-se a resolver problemas de política florestal, ele tem que abranger, em sua base, os problemas existentes e previsíveis. Em muitos casos, seria insuficiente determinar apenas as condições correntes dos recursos

florestais. Somente o conhecimento das mudanças nas condições desses recursos pode permitir a avaliação dos efeitos das medidas tomadas. Conseqüentemente, mesmo a determinação das condições correntes tem que ser baseada em critérios objetivos e permanentes. É importante a coordenação e articulação do inventário florestal nacional com outros levantamentos de âmbito nacional. Muitos problemas de política florestal não podem ser resolvidos com base em dados florestais apenas. No campo da utilização florestal em particular, a importância das áreas adjacentes à floresta aumenta constantemente. O levantamento do uso da terra na Suíça segue o inventário florestal em termos de conteúdo, área e métodos;

b) Segundo, o valor de qualquer inventário nacional não é determinado apenas pelo modo com que os dados são coletados, mas também pelo grau de flexibilidade possível em realizar a avaliação. Somente um programa, no qual os parâmetros podem ser livremente agrupados, é realmente adequado para a análise de problemas.

3.1.3.2. *Métodos*

De acordo com MAHRER (1985 p. 108), visando desenvolver uma base metodológica inicial para o levantamento, conduziu-se um estudo piloto no Distrito de Nidwalden, entre 1978 e 1980. O estudo incluiu 500 parcelas amostrais, cobrindo todo o Distrito, e forneceu a fundamentação para o programa do levantamento e definição dos métodos usados.

3.1.3.2.1. *Intensidade de amostragem*

Este é o fator que, essencialmente, determina o custo de um inventário e não pode ser fixado com base em metas genericamente formuladas. Os objetivos qualitativos tem que ser quantificados.

A área de referência foi a área total de florestas da Suíça. A produção dos povoamentos é um fator chave em muitas decisões referentes a política florestal. Por

isso, a produção total dos povoamentos foi estimada com um erro padrão de 1%. Além disso, o inventário forneceu informações básicas do tipo: onde, quanto, e que tipo de madeira pode ser explorado e sob que circunstâncias.

Visto que não se podia esperar o mesmo grau de acuracidade para todos os casos e, uma vez que pequenas áreas de referência, tais como distritos ou regiões também eram importantes, a relação entre a área de referência e o erro de amostragem foi de relevante interesse.

Assumindo-se um coeficiente de variação de 60% e um nível de confiança de 95%, para estimar a produção dos povoamentos, seriam necessárias cerca de 10.000 unidades amostrais para o levantamento terrestre. Foram levantadas cerca de 9.000 unidades e o coeficiente de variação calculado resultou 62%. Isto mostra que a estimativa inicial do erro foi extremamente realista. Considerando-se a área florestal total de 1,2 milhões de hectares, a densidade de amostragem foi de uma parcela amostral por quilômetro quadrado de floresta. Existem cerca de 12.000 centros de parcela, selecionados para coincidir com a interseção das linhas da rede de quilômetros dos mapas topográficos.

3.1.3.2.2. *Unidade amostral*

Conforme MAHRER (1985 p. 110) o inventário florestal nacional da Suíça utiliza parcelas simples, de forma circular concêntrica, com 500 e 200 m². A decisão de usar parcelas amostrais simples foi determinada, essencialmente, pelo objetivo final de alocar uma rede amostral permanente nos distritos, com uma densidade tão grande quanto possível, para ser usada em futuros inventários florestais distritais.

O método de amostragem utilizado para selecionar as árvores a serem levantadas foi motivo de muitos debates. O estudo piloto em Nidwalden mostrou que o método de parcelas de raio fixo, usado pela maioria das empresas florestais da Suíça, era inadequado para o inventário nacional, porque este inclui florestas não manejadas de montanhas, com grande quantidade de árvores por unidade de área e, desse modo, este método seria antieconômico. No estudo piloto, em uma parcela de raio fixo com

300 m², o número médio de árvores medidas foi de 38 e o desvio padrão igual a 40, o que é muito alto. O maior número de árvores registrado foi 150. Números elevados de árvores resultam erros sistemáticos, desencorajam as equipes de campo, e não fornecem qualquer informação adicional. Além disso, enquanto o número de árvores é muito importante em inventários de empresas, sua utilidade é menor no inventário nacional, onde o maior enfoque é dado ao estoque de crescimento.

Em um ensaio comparativo, com mais de 100 parcelas amostrais, usou-se parcelas de raio fixo de 300 m²; pontos de amostragem angular, com fator de área basal igual a 4; e parcelas com círculos concêntricos de 200 m², para árvores com DAP de 12-35 cm, e 500 m², para DAP acima de 36 cm. Para cada método, determinou-se o tempo consumido e a acuracidade. Os resultados, para parcelas de raio fixo e parcelas concêntricas, mostraram erros padrões similares nas estimativas de número de árvores e produção do povoamento (volume/ha). Já o ponto de amostragem angular, comparativamente, apresentou um erro padrão muito alto para o número de árvores. O erro padrão das estimativas de produção foram, aproximadamente, os mesmos nos três métodos. Em termos de tempo consumido, o ponto de amostragem angular e parcelas concêntricas foram os mais econômicos.

Tendo em vista o uso de parcelas permanentes, tem-se que considerar o aspecto dos inventários sucessivos, isto é, a determinação de incremento e produção. Como resultado, foram selecionadas as parcelas com círculos concêntricos, como o tipo mais adequado.

A experiência com este método, em 9.000 parcelas levantadas, foi satisfatória. O número médio de árvores nestas parcelas foi 13 e o desvio padrão 6,5. O maior número de árvores levantado foi 49. A distribuição do número de árvores em relação ao DAP é contínua no diâmetro limite para círculos de 500 m², ou seja, 35 cm. Isto indica que o método não produz qualquer erro sistemático no segundo diâmetro limite.

Em cada parcela, foram levantadas todas as árvores que apresentavam altura maior que 30 cm, porém o enfoque principal foi dado àquelas que apresentam DAP maior que 12 cm.

3.1.3.2.3. *Volume individual das árvores*

Em uma subamostra de árvores, mediu-se, além do DAP, o diâmetro a 7 metros de altura do tronco, usando-se a suta finlandesa, e a altura total da árvore para possibilitar o uso das funções de volume desenvolvidas por SCMID-HAAS (MAHRER, 1985 p. 113).

O inventário nacional incluiu um segundo levantamento independente, de cerca de 10% das parcelas amostrais regulares, visando controlar os erros aleatórios de medições e classificações de dados qualitativos. A experiência vem demonstrando que, com equipes bem treinadas, pode-se esperar os seguintes desvios padrões nas estimativas dos parâmetros básicos para determinação do volume: diâmetro à altura do peito: $\pm 0,4$ cm; diâmetro à 7 metros de altura: $\pm 1,0$ cm; altura total: $\pm 1,2$ m.

As funções de volume foram calculadas por regressão múltipla, a partir de árvores cubadas. A experiência com estas funções de volume revelou certas dificuldades. As funções mostraram-se instáveis nas áreas de extrapolação e, com frequência, estimavam volumes inapropriados para árvores que apresentam forma extrema, como por exemplo, pequenas árvores com grandes diâmetros. Apesar do risco de aumentar os erros sistemáticos, pode-se tentar obter melhores funções de volume, através da combinação com funções simples de forma do tronco.

Uma vez calculado o volume das árvores individuais, com diâmetro medido a 7 m e altura total, construía-se uma função tarifa, estratificando-se as árvores em grupos apropriados. Para dados de árvores individuais, os parâmetros mais importantes para estratificação eram espécies, altura relativa dentro do povoamento e quartis em DAP, enquanto para dados de parcelas, eram o estágio de desenvolvimento, estrutura do povoamento, índice de sítio e inclinação do terreno.

3.1.3.2.4. *Periodicidade*

Segundo MAHRER (1985 p. 115), um aspecto importante que provocou

muito debate foi a questão relativa ao uso de amostragem permanente ou temporária no inventário. Entre as empresas florestais, houve uma séria disputa sobre este ponto. Dentre aquelas equipadas com planos de amostragem, metade usava amostragem temporária e metade usava amostragem permanente. Por longo tempo, atitudes inflexíveis impediram a implementação de um método combinado, o qual seria vantajoso para muitas dessas empresas. No caso do inventário nacional, esta questão foi resolvida em um estágio posterior.

O inventário nacional foi planejado com a pretensão de ser o primeiro de uma série a ser realizada no futuro e, como tal, registrando as condições correntes. Em todas as fases de planejamento, todavia, foi lembrado que não era suficiente determinar apenas as condições correntes. Inventários sucessivos, para determinar mudanças que ocorrem na floresta, estão previstos para o futuro e este fato tem que ser considerado, mesmo no primeiro levantamento.

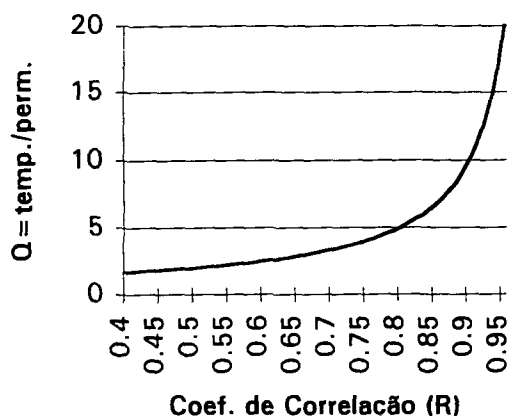
O esquema de amostragem do inventário é baseado exclusivamente em amostragem permanente. O trabalho extra envolvido na locação exata das coordenadas das parcelas permanentes e árvores-amostras foi considerado como um investimento com vistas aos levantamentos futuros.

A superioridade da amostragem permanente, como meio de determinar mudanças que ocorrem nas florestas, pode ser facilmente demonstrada, através da teoria de amostragem. Na amostragem permanente ocorre maior correlação entre medições de um dado parâmetro, em dois levantamentos sucessivos, comparada à amostragem temporária, conforme mostra a figura 9.

Nesta figura, o eixo (X) mostra o coeficiente de correlação. No eixo (Y) tem-se a razão de parcelas temporárias e permanentes necessária para alcançar o mesmo erro de amostragem. Por exemplo, para estimar mudança na produção de um povoamento, que apresente coeficiente de correlação entre 0,5 e 0,6, o número de parcelas temporárias necessário seria 2 a 3 vezes maior que o de parcelas permanentes, para a mesma precisão da estimativa. Contudo, instalar parcelas permanentes em regiões montanhosas impôs consideráveis problemas. A princípio, foram visitadas todas as parcelas do inventário nacional, que podiam ser atingidas pelas equipes de

campo.

FIGURA 9: Razão de unidades temporárias e permanentes - $Q = 1/(1-R)$ - em função do coeficiente de correlação.



O tempo e os gastos envolvidos não eram importantes. De qualquer modo, as fotografias aéreas demonstraram ser a ferramenta perfeita para racionalizar os levantamentos terrestres, tornando-se elemento indispensável ao inventário nacional.

3.1.3.2.5. Fotografias aéreas

Em muitos países, o uso extensivo de fotografias aéreas, em inventários de grande escala, é proibido pelo custo de obtenção de material adequado. A Suíça tem uma posição favorável nesse sentido: a cada seis anos, é realizado um levantamento aéreo de todo o país, para atualizar os mapas topográficos. Conseqüentemente, tem-se fotografias aéreas e mapas atualizados à disposição, sem nenhum gasto extra (MAHRER, 1985 p. 115),

Na primeira fase da fotointerpretação, impôs-se que as parcelas amostrais recaíssem sobre áreas florestais. Isto exigiu a alocação de, aproximadamente, 40.000 parcelas sobre as categorias floresta e não floresta. Sob o aspecto de custo, é de grande importância que a identificação das parcelas realmente distribuídas dentro das florestas possa ser feita com base em fotos aéreas, antes do início do trabalho de campo, fazendo com que sejam evitadas viagens desnecessárias e trabalhos de locação dos

centros das amostras. As parcelas foram locadas por meio de pontos de referência no terreno, cujas coordenadas eram conhecidas. Como o tempo consumido na locação terrestre tinha que ser minimizado, as equipes de campo usavam pontos de referência próximos ao centro da parcela. Os mapas topográficos ofereciam poucos desses pontos que podem ser identificados sem equívocos. Por outro lado, tais pontos podiam ser facilmente identificados nas fotografias aéreas, especialmente em regiões montanhosas. Por esta razão, enquanto tomava-se medições em fotos aéreas, determinava-se as coordenadas de pontos de referência adequados e passava-os às equipes de campo. Em muitos casos, este era o único modo de locar parcelas amostrais, com custos razoáveis e o grau de acuracidade necessário.

3.1.3.2.6. *Avaliação de dados*

MAHRER (1985 p. 115), afirma que os relatórios sobre avaliação de dados em inventários de grande escala, de um modo geral, apresentam a mesma tendência: grande número de avaliações têm sido publicadas, a maioria na forma de tabela, aparentemente sob o princípio de que: "quem fornece uma grande quantidade de informação ajudará uma grande quantidade de pessoas". E ainda, mesmo com estas numerosas avaliações, ainda existem casos onde não há avaliação apropriada em termos de conteúdo e forma para um problema particular. Frequentemente, o pedido por um certo tipo de informação só surge durante o processo de análise do problema, porém, isto auxilia o planejamento das avaliações subsequentes. Um conceito rígido de avaliação pode resultar insuficiente ou mesmo produzir efeitos negativos para a política florestal, especialmente em um país como a Suíça, onde os aspectos florestais mostram grande variação e os problemas diferem de uma região para outra.

Quem desejar usar os dados do inventário florestal nacional da Suíça deve ser capaz de especificar o tipo de avaliação necessária para resolver seu problema particular. O grupo de análise de sistemas desenvolveu um pacote de programas de avaliações, para uso no inventário nacional, que reúne esses requisitos.

As parcelas amostrais podem ser agrupadas para oferecer qualquer tipo de

avaliação desejada. Isto pode envolver regiões geográficas, tais como distritos, ou compreender qualquer combinação de características como florestas de propriedade privada ou pública acima de 1.000 m de altitude, etc. Mesmo onde não há critério adequado para distinguir a unidade, ainda é possível tomar polígonos, considerando as coordenadas de certos pontos como unidades, tal que o programa de avaliação tratará daquelas parcelas localizadas dentro dos polígonos selecionados. Conseqüentemente, um programa de avaliação não é limitado pela escolha de unidade, mas pelo erro de amostragem correspondente.

Diante disso, tem-se calculado o erro de amostragem para cada aspecto usado e impresso a tabela correspondente. Os usuários dos dados podem, então, decidir se este grau de erro é aceitável no seu caso particular.

Adicionalmente, o conteúdo da avaliação pode, muitas vezes, ser especificado pelo usuário. A base para a avaliação é o catálogo de variáveis aplicáveis aos dados amostrais. Estas variáveis podem ser selecionadas e classificadas do modo que o usuário desejar. Um aspecto particular, por exemplo, pode ser classificado de acordo com a zona altitudinal; ou as distâncias de arraste podem ser agrupadas, etc. Na avaliação, pode ser usado um máximo de quatro classes, tais como produção dos povoamentos em propriedades florestais privadas, abaixo de 1.000 m, por parcelas amostrais com uma distância de arraste menor que 500 m, estratificado por tipos florestais, etc.

A demanda por diferentes tipos de avaliação pode ser determinada com base em questionários padronizados. De acordo com os desejos expressos nas respostas, publica-se os dados desejados na forma de tabelas, histogramas, ou mapas.

No caso do inventário nacional, contudo, é necessário também publicar uma coleção de dados compilados como uma avaliação básica. O conteúdo desta avaliação básica é discutido com os responsáveis pela política florestal.

3.1.3.3. Aspectos importantes do inventário florestal nacional da Suíça

Os aspectos que merecem destaque no inventário florestal nacional da Suíça

são os seguintes:

a) A base metodológica do sistema foi desenvolvida a partir de um estudo piloto realizado no Distrito de Nidwalden, entre 1978 e 1980, incluindo 500 parcelas amostrais, cobrindo todo o Distrito. Este estudo forneceu a fundamentação para o levantamento e a definição dos métodos a serem usados;

b) A intensidade de amostragem foi fixada, para estimar a produção total dos povoamentos com um erro padrão de $\pm 1\%$;

c) O inventário utilizou fotografias aéreas para o mapeamento, distribuição das parcelas sobre as áreas florestais, e para a localização de pontos de referência das mesmas antes do trabalho de campo;

d) O sistema difere dos anteriores, por não usar conglomerados e sim parcelas permanentes simples. A justificativa para o uso de parcelas simples foi o objetivo de estabelecer uma rede amostral permanente nos distritos, com uma densidade grande de unidades, para ser usada em futuros inventários florestais distritais;

e) As parcelas permanentes usadas tinham forma circular concêntricas, sendo a menor com 2 ares (200 m^2), onde foram medidas as árvores com DAP entre 12 e 35 cm, e a maior com 5 ares (500 m^2), onde foram medidas as árvores com DAP maior que 36 cm;

f) O inventário incluiu um levantamento de controle, através da remedição de 10% das parcelas amostrais regulares. Esta remedição proporcionou um controle confiável dos erros aleatórios de todas as medições e classificações de dados qualitativos;

g) O processamento de dados do sistema permite agrupar parcelas amostrais para fornecer qualquer tipo de informação desejada como, por exemplo, regiões geográficas, combinação de características tais como florestas públicas ou privadas situadas acima de 1.000 m de altitude, etc.. Mesmo não havendo critério adequado para definir a unidade, era possível tomar polígonos, a partir das coordenadas de certos pontos, e obter informações das parcelas localizadas dentro dos mesmos;

h) O inventário foi executado em conjunto pelo Escritório Federal de

Florestas e o Instituto Federal de Pesquisas Florestais. O primeiro, era responsável pela coordenação, e o segundo pela preparação e execução.

3.1.4. Inventário florestal nacional da Holanda

A Holanda possui uma superfície territorial de, aproximadamente, 3,4 milhões de hectares, dos quais 0,3 milhões de hectares são cobertos por florestas. As áreas não florestais podem ser divididas em urbanas (0,5 milhões de hectares) e rurais (2,6 milhões de hectares). Devido a alta densidade populacional do país (mais de 14 milhões de habitantes), as necessidades conflitantes da sociedade, por produtos e serviços dos recursos florestais e de outras formas de uso da terra, estimularam o desenvolvimento de uma política florestal ativa.

Além das áreas florestais, que cobrem cerca de 10% da superfície da Holanda, existe também um grande número de plantações, situadas tanto nas áreas rurais como urbanas, que não são classificadas como florestas, tais como margem de rodovia, linhas de plantio, quebra-vento, árvores solitárias, pequenos grupos de árvores, pequenas áreas florestais (menor que 0,5 ha), entre outras. Estas plantações são responsáveis por uma parte significativa da produção nacional de madeira, bem como de interesse para a conservação da natureza, recreação e aspecto paisagístico.

O inventário florestal nacional da Holanda é um projeto cooperativo entre o Central Bureau of Statistics, Ministério de Economia, e o State Forest Service, Ministério da Agricultura.

3.1.4.1. Aspectos históricos

Conforme JANSEN *et alii* (1985 p.152) desde a década de 1920, a política florestal na Holanda é dirigida ao uso múltiplo dos recursos florestais. Apesar da necessidade de um inventário florestal nacional desde essa época, o primeiro inventário só teve início em 1937, sendo concluído em 1946. Nos períodos 1952 - 1963, 1964 - 1968 e 1980 - 1987 foram realizados o segundo, terceiro e quarto

inventários florestais nacionais, respectivamente.

3.1.4.2. *Objetivos*

O quarto inventário florestal nacional da Holanda visou fornecer dados, a nível nacional e regional, como base para a política florestal e planeamento do uso da terra. Os dados deviam discernir as funções da floresta, na produção de madeira, conservação da natureza, e uso recreativo. O inventário visou um monitoramento eficiente das mudanças futuras na performance da floresta, com respeito a suas funções múltiplas. Conforme JANSEN *et alii* (1985 p.152) as informações requeridas sobre as áreas florestais foram as seguintes:

- a) Classificação do tipo florestal, composição de espécies e distribuição de classes de idade;
- b) Sistema silvicultural, forma de reflorestamento, forma de regeneração;
- c) Classe e tamanho de propriedade;
- d) Histórico, objetivos do reflorestamento e uso anterior da terra;
- e) Estoque de crescimento e incremento corrente, classes diamétricas e de qualidade de sítio;
- f) Tipo de vegetação (composição florística, estrutura do povoamento, vegetação atual e potencial);
- g) Parâmetros recreacionais (acessibilidade, localização com respeito a áreas urbanas, condições para visitação pública);
- h) Informações administrativas (infra-estrutura, objetivos, condições de manutenção);
- i) Condições de vitalidade e sanidade;

A organização das informações em tabelas foi pré-especificada. Por exemplo, as informações referentes ao estoque de crescimento e incremento anual foram tabuladas conforme a tabela 5.

As informações requeridas sobre plantações fora da floresta, não foram formuladas em detalhes, ficando restritas a uma classificação do tipo de plantação e

categoria de propriedade.

TABELA 5: Tabulações do estoque de crescimento e incremento corrente.

CATEGORIA	TABULAÇÕES REQUERIDAS
Produção Florestal	- Estoque de crescimento e incremento anual, por espécie, classe de idade, classe de diâmetro, classe de qualidade de sítio, e por região
Outras Florestas fechadas	- Estoque de crescimento, por espécie e/ou região
Florestas abertas	- Estoque de crescimento por região

As informações sobre composição de espécies e classe de idade só eram coletadas se os custos fossem aceitáveis. Para todas as categorias distinguidas, foram requeridas estimativas da extensão total, área e volume de madeira.

No quarto inventário florestal nacional foram implementadas as seguintes informações:

- a) Definição das áreas florestadas e tipos florestais, de acordo com a classificação da FAO;
- b) Comparação dos resultados do inventário corrente com os dos inventários anteriores;
- c) Comparação dos resultados do inventário com as estatísticas de uso da terra da Central Bureau of Statistics (CBS);
- d) Análise dos resultados das mudanças entre o 3º e 4º inventários.

Paralelo às informações acima mencionadas, houve necessidade de um mapa florestal (escala 1:10.000), para política florestal, planejamento de uso da terra e inventários de manejo. Decidiu-se, por razões logísticas, combinar o mapeamento e levantamento de todas as florestas com o inventário florestal.

3.1.4.3. *Área florestal*

De acordo com JANSEN *et alii* (1985 p.154-158) as informações requeridas sobre as áreas florestais e os métodos usados para obtê-las foram os seguintes:

3.1.4.3.1. *Censo da área florestal*

O censo da área compreendeu a coleta de dados e mapeamento de todos os povoamentos florestais do país. As áreas florestais foram caracterizadas como segue:

- a) Áreas com, pelo menos, 0,5 ha e 30 m de extensão;
- b) Áreas com densidade de copas de, pelo menos, 20% (ou temporariamente abaixo, no caso de corte raso);
- c) Áreas compostas por espécies arbóreas.

3.1.4.3.2. *Dados coletados*

O povoamento florestal constituiu a unidade primária inventariada. Em cada povoamento, coletou-se informações sobre tipo florestal, categoria de uso da terra, espécies de árvores, idade, forma de regeneração, categoria de propriedade, informações administrativas (localização, unidade de manejo) e uma caracterização de acordo com outra classificação de tipo florestal, baseada na história (período do reflorestamento), objetivo da floresta (produção, parque, recreação, etc.) e uso anterior da terra. Além disso, o diâmetro, altura dominante e volume foram estimados ocularmente, para serem usados em combinação com a amostragem das áreas florestais. Todos os povoamentos foram delineados em mapas topográficos, na escala 1:10.000.

Para localizar todas as áreas florestais foram usadas fotografias aéreas na escala 1:18.000. As informações disponíveis de outros inventários também foram usadas. Todavia, a maior parte das informações foi obtida através do trabalho de campo.

3.1.4.3.3. *Amostragem das áreas florestais*

Na fase de amostragem, foram discriminadas as funções das florestas, especificando-se aquelas destinadas à produção de madeira, conservação da natureza e

ao uso recreativo. As seguintes informações foram obtidas a nível regional: estoque de crescimento e incremento corrente; tipo de vegetação e composição florística; estrutura do povoamento; vegetação natural atual e potencial; acessibilidade para uso silvicultural e recreativo; objetivos do manejo; qualidade do manejo; condições de vitalidade e doenças.

a) Metodologia

Como a população florestal total foi conhecida pelos resultados do censo das áreas, o problema de estimar estoque de crescimento e incremento anual ficou reduzido a estimar volume dos povoamentos e incremento anual, por hectare, para cada tipo florestal. Para estimar o volume por hectare, foram usados os resultados da estimativa ocular de volume obtida no censo das áreas. O volume do povoamento, medido sobre parcelas amostrais, foi usado para corrigir o volume estimado durante o censo das áreas, mediante uma relação entre o volume ocular estimado e o volume medido estabelecida através de uma regressão linear simples. Essa relação foi estabelecida com base nos resultados das medições das parcelas amostrais, escolhendo-se um modelo apropriado após uma análise cuidadosa dos dados.

Em muitos tipos florestais, nenhuma estimativa ocular do volume do povoamento, por hectare, foi feita no censo da área. Para estes tipos florestais, somente os dados das parcelas amostrais foram usadas na estimativa do estoque de crescimento.

As estimativas de estoque de crescimento, por classe de qualidade de sítio, apresentou alguns problemas adicionais, uma vez que as classes de qualidade de sítio também foram estimadas ocularmente, durante o censo da área. Além da correção do volume estimado por hectare, a classificação da qualidade de sítio também era corrigida. As conseqüências dessas correções sobre o estoque de crescimento estimado e sua variância ainda têm sido objeto de estudo.

O incremento anual da floresta foi estimado usando-se tabelas de produção e os dados coletados sobre espécies de árvores, altura dominante e idade dos povoamentos. Nenhum esforço foi feito para estimar a variância do incremento

estimado. O incremento anual foi estimado com base nos dados das parcelas amostrais apenas, o que significa que nenhuma técnica de amostragem dupla foi usada.

Conforme declarado acima, foram fornecidas estimativas de área para itens como: tipo de vegetação, estrutura do povoamento, acessibilidade, objetivos do manejo, e assim por diante. Os dados das parcelas amostrais, sobre esses itens, foram usados para calcular uma estimativa de proporções, se possível combinadas com variáveis de estratificação obtidas no censo da área. Como a população total era conhecida, estimativas de diferentes itens foram facilmente obtidas, multiplicando a área pelas proporções estimadas.

b) Trabalho de campo

Em cada povoamento amostrado, foi estabelecida uma parcela circular permanente com localização conhecida. O centro da parcela foi marcado com um bastão metálico enterrado sob a superfície do solo. O trabalho nas parcelas compreendeu os seguintes passos: fixava-se a localização do centro da parcela, estabelecendo-se o raio do círculo de tal modo que, pelo menos, 25 árvores com DAP maior que 5 cm fossem incluídas na parcela, com um mínimo de 5 m e um máximo de 25 m; media-se o DAP de todas as árvores da parcela e locava-se sua distribuição em relação ao centro da parcela; determinava-se a classe de copa de cada árvore, altura e qualidade da madeira; selecionava-se três árvores-amostras, para medições de altura, diâmetro de toco, de casca e vitalidade; selecionava-se duas árvores de altura dominante, dentro de um círculo com 8 m de raio, para medições adicionais de altura, diâmetro de toco e casca; determinava-se o tipo de solo, presença e abundância de flora, musgos e a posição onde se encontravam árvores mortas e tocos.

Além disso, a área basal foi estimada com um prisma em 5 a 10 pontos no povoamento. Acessibilidade, objetivos de manejo, regime de desbaste, e desvios das condições normais (queda, condições anormais de crescimento) também foram registrados.

c) Seleção das unidades amostrais

Com base nos inventários de manejo disponíveis das florestas estatais, as quais compreendem 1/3 da área florestada, tem sido feitos estudos da variabilidade em volume dos povoamentos, para diferentes tipos florestais. Mesmo sem considerar as florestas estatais como representativas de todas as florestas da Holanda, tem-se calculado o número de unidades amostrais necessário para estimar o estoque de crescimento, com uma precisão satisfatória.

Alguns estudos prévios foram realizados para se obter estimativas expeditas da relação entre o volume por hectare estimado ocularmente e o volume medido no povoamento. Estes estudos mostraram que observações expeditas e espécies de árvores podem ser considerados, quando se estabelece a relação, através de uma regressão múltipla, entre o volume medido e o volume ocular estimado por hectare. Para uma precisão satisfatória de todas as estimativas juntas, foram necessárias cerca de 4.000 parcelas amostrais.

Também foram feitos estudos de tempo de medição das parcelas amostrais. Estes estudos deixaram claro que podiam ser medidas cerca de 3 parcelas por dia, através de uma equipe composta por dois avaliadores, sendo um avaliador responsável pelo levantamento das características florísticas e vegetação e o outro para medir as características da floresta e da madeira. Com 5 a 6 equipes de levantamento, podiam ser inventariadas cerca de 3.000 parcelas por ano.

Inicialmente, após a estratificação, foram sorteados 4.000 povoamentos para a coleta de dados. Os povoamentos foram selecionados proporcionalmente ao tamanho. Para uma melhor distribuição das parcelas amostrais sobre as regiões, 700 povoamentos foram retirados da amostra e 100 povoamentos foram selecionados posteriormente.

3.1.4.3.4. *Rendimento do trabalho*

O censo da área foi realizado no período 1980-1983. O tempo gasto na coleta

de dados foi estimado em 45 homens/ano.

Os custos de computação e elaborações subsequentes ainda não foram considerados. É óbvio que o inventário total e mapeamento de uma área relativamente pequena (3,4 milhões de hectares) é muito caro e não constitui um procedimento efetivo para realizar um inventário com os propósitos acima.

O tempo gasto na coleta de dados na segunda parte do inventário foi estimado em 12 Homens/ano. Uma parte considerável deste tempo foi gasto no estabelecimento das parcelas permanentes, as quais serão usadas nos inventários florestais nacionais futuros.

3.1.4.4. *Plantações fora da floresta*

Ainda conforme JANSEN *et alii* (1985 p.158) a partir do 4º inventário florestal nacional, também foi dada atenção às plantações florestais em áreas rurais. As áreas urbanas foram excluídas do inventário, uma vez que a estrutura complexa das plantações, em áreas urbanas, não podia ser monitorada no tempo disponível (6 meses). Em um estudo piloto realizado por SCHOONDERWOERD (1982) foram investigadas as possibilidades de uso de fotografias aéreas neste inventário. Nesse estudo concluiu-se que um procedimento de amostragem do tipo interseção de linhas (Line Intersect) era um método adequado para tratar plantações em linha. Outros tipos de plantações, tais como árvores isoladas, grupos de árvores, ou pequenas áreas de floresta, podiam ser tratados por um estimador simples de razão do número de plantações contado, por unidade de área.

3.1.4.4.1. *Inventário das plantações em linha*

a) Procedimentos de amostragem

O método sugerido por SCHOONDERWOERD (1982) considerou, como primeira fase de amostragem, uma amostra de fotografias aéreas. Na segunda fase, a

contagem do número de plantações em linha intersectadas nas fotos, por em um conjunto de linhas amostrais dispostas em uma lâmina transparente. Em um subconjunto de fotografias estabeleceu-se a relação entre o número de interseções e o comprimento das plantações em linha, através de uma regressão linear simples, como segue:

$$k_i = b_0 + b_1(L_i - \bar{L}) \quad (1)$$

onde: k_i = número de plantações intersectadas na foto (i);

b_0 e b_1 = coeficientes da regressão;

L_i = comprimento total das plantações na foto (i);

\bar{L} = comprimento médio das plantações.

Convertendo-se o número de interseções pela média da equação (1) resulta uma estimativa para o comprimento dos plantios em linha. Para isto, a equação (1) tem que ser reescrita como:

$$\hat{L} = \frac{\hat{k} - \hat{b}_0}{\hat{b}_1} + \bar{L} \quad (2)$$

Alguns problemas tiveram que ser resolvidos, entre os quais destacam-se:

- A distribuição espacial dos plantios em linha não era aleatória. O revestimento consistia de um conjunto de linhas radiais, para evitar desvios sistemáticos. Devido a este fato, o estimador geral de linhas de interseção não podia ser usado. O estimador de regressão foi escolhido em seu lugar.

- O número de plantios em linha na Holanda variava, consideravelmente, de região para região. Concluiu-se que o tipo de solo era a melhor variável de estratificação para cobrir esta variabilidade e uma pré-especificação foi feita usando-se os principais tipos de solo. Um total de 800 fotografias foram extraídas e a distribuição sobre os estratos foi determinada como segue:

$$n_h = \frac{s_h^2 \cdot A_h^2}{\sum_h s_h^2 \cdot A_h^2} \cdot 800 \quad (3)$$

onde:

s_h^2 = variância da amostra piloto do estrato (h);

A_h = área total do estrato (h).

- A estimativa do número médio de interseções, por unidade de área, das 800 fotografias aéreas não podia ser manuseada diretamente. O uso de fotografias, na primeira etapa, forçou a introdução de dois fatores de correção para o número de interseções (k_i) em uma fotografia individual.

. Nem todas as fotografias aéreas consistiam de 100% de área rural. Para considerar essas diferenças de área, registrou-se a fração (f_i) de área rural por fotografia, usando-se uma rede quadriculada.

. As fotografias aéreas disponíveis não tinham escala uniforme. Desse modo, a lâmina transparente foi preparada para diferentes classes de escala, por exemplo, 1:18.000 para fotografias com escala variando de 1:17.500 a 1:18.500. Um fator de correção (S_i) foi introduzido para ajustar o número de interseções observado para a diferença entre a escala da rede quadriculada usada e a escala da fotografia. O fator (S_i) foi determinado como segue:

$$S_i = \frac{\text{escala da rede quadriculada usada}}{\text{escala da fotografia}} \quad (4)$$

A combinação dos fatores de correção resultou a seguinte expressão para o número médio estimado de interseções, por conglomerado, sobre a fotografia:

$$k = \frac{\sum_i^{800} S_i \cdot k_i}{\sum_i^{800} f_i} \quad (5)$$

O comprimento de um tipo particular de plantio em linha, por unidade de área, pode ser estimado determinando-se a proporção do número de interseções daquele tipo particular. Multiplicando-se a proporção pelo comprimento total, obtém-se a estimativa do comprimento para um tipo especificado de plantio em linha.

b) Trabalho de campo

O trabalho de campo foi realizado em uma subamostra de 300 fotografias, para ajustar o número de interseções contadas sobre as mesmas. Este ajuste foi

necessário para corrigir informações sobre:

- plantações jovens, que foram ignoradas durante a interpretação das fotografias aéreas;
- plantações cortadas e replantadas no intervalo de tempo decorrido entre a tomada das fotografias e as observações de campo;
- erro na classificação do tipo de plantação.

Além disso, nem todas as características das plantações podiam ser levantadas nas fotografias aéreas, como por exemplo, idade e propriedade, as quais foram levantadas no campo.

A estimativa da área total, por tipo de plantação, também era necessária. A área total do tipo de plantação (j) foi estimada pelo registro da extensão de cada plantação intersectada, em 300 conglomerados do trabalho de campo. A largura média (\bar{w}_j) foi estimada e a estimativa da área total foi obtida, através da expressão:

$$\hat{A}_j = \hat{L}_j \cdot \hat{w}_j \quad (6)$$

onde: \hat{A}_j = área total do tipo de plantação (j);

\hat{L}_j = comprimento total estimado do tipo de plantação (j);

\hat{w}_j = largura média estimada do tipo de plantação (j).

Uma amostra aleatória de 5 plantações intersectadas foi extraída de cada um dos 300 conglomerados, para a estimativa de volume. Foram seguidos diferentes procedimentos para plantações em fileiras e outras plantações em linha. Em todas as outras plantações em linha, que não fossem plantações em fileiras, foram instaladas parcelas temporárias, nas quais foram medidas todas as árvores com DAP acima de 5 cm. O volume foi estimado através de uma tabela de volume. Estas observações forneceram uma estimativa do volume médio por unidade de área. As estimativas de volume total foram calculadas pela expressão:

$$\hat{V}_j = \hat{A}_j \cdot \hat{v}_j \quad (7)$$

onde:

\hat{v}_j = volume médio estimado por unidade de área, para o tipo de plantação (j).

Um procedimento diferente também foi usado, a partir da densidade (D), definida como o número de árvores por 100 m, registrada em todas as linhas de plantações intersectadas, nos 300 conglomerados. Como os desbastes nessas plantações eram normalmente omitidos, assumiu-se que a densidade era independente do volume. Por isto, todas as observações de densidade foram usadas para estimar a densidade média, isto é, o número médio de árvores por 100 m. O volume médio por árvore foi calculado, a partir das medições de diâmetro e altura realizadas nas árvores-amostras, usando-se tabelas de volume. As estimativas de volume total para as plantações em linhas foram calculadas por:

$$\hat{V}_j = \hat{L}_j \cdot \hat{D}_j \cdot \hat{v}_{ij} \quad (8)$$

onde:

\hat{D}_j = densidade média estimada - número médio de árvores por 100 m,
no tipo de plantação (j);

\hat{v}_{ij} = volume médio estimado por árvore.

3.1.4.5. *Processamento dos dados e apresentação dos resultados*

O processamento dos dados do inventário tem sido feito pela Agência Central de Estatísticas (CBS). Todos os programas de computador usados foram desenvolvidos especialmente para o inventário e escritos nas linguagens Cobol e Pascal.

Os resultados do inventário têm sido apresentados em uma publicação estatística editada pela Agência Central de Estatísticas.

3.1.4.6. *Aspectos importantes do inventário florestal nacional da Holanda*

Os aspectos principais do sistema de inventário florestal nacional da Holanda são os seguintes:

- a) O levantamento incluiu plantios não convencionais situados nas áreas

rurais, os quais não eram classificados como florestas, tais como os realizados nas margens de rodovias, quebra-vento, árvores isoladas, pequenos grupos de árvores, áreas florestais menores do que 0,5 ha, entre outros. Estas plantações são responsáveis por uma parte significativa da produção de madeira do país, bem como de elevado interesse para a conservação da natureza e características da paisagem;

b) O inventário iniciou com um censo da área florestal, compreendendo a coleta de dados e mapeamento de todos os povoamentos florestais do país, caracterizando-as em: áreas com, pelo menos, 0,5 ha e 30 m de extensão; áreas com densidade de copa maior ou igual a 20% (ou temporariamente abaixo, devido a corte raso); e áreas compostas por espécies arbóreas;

c) Cada povoamento florestal constituiu uma unidade primária do inventário, onde foram coletadas informações sobre tipo florestal, categoria de propriedade e uso da terra, espécies florestais, idade, forma de regeneração, objetivo da floresta, uso anterior, etc. Além disso, foi realizada uma estimativa visual da altura dominante, diâmetro e volume médio por hectare, para serem usados em combinação com os dados das parcelas levantadas na amostragem, de modo similar ao método 3-P. Esta combinação foi feita através de regressão linear;

d) Em cada povoamento selecionado para amostragem, foi estabelecida uma parcela permanente. Esta parcela era circular, com raio variável de 5 a 25 m, para incluir, pelo menos, 25 árvores com DAP maior que 5 cm. Além da parcela, foi estimada a área basal em 5 a 10 pontos do povoamento, através de um prisma;

e) A amostragem dos plantios não convencionais foi realizada através da amostragem em dois estágios, onde o primeiro estágio era composto por uma amostra de fotografias aéreas e o segundo, pelo número e extensão desses plantio intersectados por um conjunto de linhas amostrais colocadas sobre as fotografias.

3.1.5. Inventário florestal nacional da Espanha

O primeiro inventário florestal nacional da Espanha foi realizado porque a Administração Florestal tinha necessidade de dados básicos para formular uma política

florestal mais eficiente e, também, por causa da demanda crescente de informações para o desenvolvimento da indústria florestal.

A Espanha possui uma superfície total de 50 milhões de hectares, dos quais cerca de 27 milhões de hectares (54%), eram cobertos por florestas no final da década de 70.

As informações disponíveis anteriormente, apresentavam dados da cobertura florestal classificados por espécies e densidade de copa. Esses dados foram relativamente acurados para as florestas públicas, mas não para as florestas privadas, especialmente nas áreas onde grandes superfícies foram reflorestadas. Os dados de estoques de crescimento só eram conhecidos para as florestas sujeitas a manejo (cerca de 1 milhão de hectares controlados pela Administração Florestal). Diante disso, era necessário obter maiores informações sobre as superfícies cobertas por florestas, bem como estimativas de seus estoques de crescimento e incrementos (MARTÍNEZ MILLÁN, 1978 p.525).

3.1.5.1. *Histórico*

Ainda, segundo MARTÍNEZ MILLÁN (1978 p.525-526), em 1961 a Espanha obteve a colaboração de um especialista norte-americano (Mr. Earl J. Rogers), o qual ministrou um curso de especialização sobre inventários florestais à técnicos espanhóis. No mesmo ano, J.M. Cervera foi incumbido da tarefa de organizar e dirigir o inventário. Em 1962, três Engenheiros Florestais foram engajados ao inventário e executaram inventários pilotos na província de Segovia, a qual foi dividida em 14 zonas, visando testar diferentes sistemas de inventário, como segue:

a) Em uma zona não coberta por fotografias aéreas, aplicou-se amostragem estratificada com controle de superfície; em um dos estratos, aplicou-se um procedimento baseado na regressão de volumes com a área basal obtida em parcelas de campo;

b) Em outra zona, testou-se amostragem tripla, baseada na regressão de volume com densidade de copa, medida sobre fotografias aéreas;

c) Nas demais zonas, o modelo testado foi a amostragem estratificada, sem controle de superfície, com diferentes intensidades de amostragem e tipos de parcelas de campo.

O terceiro modelo foi considerado mais conveniente, com o qual realizou-se o inventário completo da província de Oviedo, caracterizada pela existência de espécies florestais de rápido crescimento.

O primeiro inventário florestal nacional da Espanha foi realizado no período 1965-1974, abordando, em média, 5 províncias por ano.

A Administração Florestal, consciente da necessidade de dados atualizados para planejar o setor florestal, decidiu realizar o segundo inventário nacional, no período 1985 a 1994, o qual será repetido a cada 10 anos.

3.1.5.2. *Objetivos*

Os principais objetivos do segundo inventário florestal nacional foram os seguintes: fornecer informações atualizadas para o manejo e monitoramento dos recursos florestais a nível nacional, provincial e comarcal, incluindo tabelas e mapas da área florestal, estoque de crescimento, incremento, exploração e estimativa da produção potencial dos recursos florestais (MARTÍNEZ MILLÁN, 1985 p.171).

3.1.5.3. *Estimativa de área*

De acordo com MARTÍNEZ MILLÁN (1985 p.171), no primeiro inventário a estimativa de área foi obtida por amostragem, realizada sobre fotografias aéreas, através de uma rede sistemática de parcelas. Estas parcelas, uma vez classificadas, eram estratificadas, para se obter as estimativas das proporções da área de cada estrato e determinar as parcelas amostrais de campo a serem medidas, para estimar o estoque de crescimento.

Apesar deste sistema oferecer algumas vantagens referentes ao cálculo de área, a formação dos estratos, as estimativas de mudanças no uso da terra, etc.,

apresentava alguns inconvenientes, como o de não oferecer a localização nem a quantidade exata de povoamentos florestais.

No segundo inventário, a base para a estratificação foi um mapa de uso da terra agrícola e tipos florestais, na escala 1:50.000, elaborado pelo Ministério da Agricultura, entre 1975 e 1984. Este mapa foi elaborado a partir de fotografias aéreas e visitas à campo, conferindo-se as áreas classificadas, de acordo com o uso da terra (pastagem, capoeira, área de floresta, área de cultura e área desnuda). A área florestal foi classificada, primeiramente, conforme as espécies dominantes. Nesta classificação considerava-se área florestal as áreas cobertas por espécies arbóreas, cujas copas cobriam pelo menos 5% do solo.

Na área florestal, a cobertura total de copas foi expressa em percentagem. Quando duas ou mais espécies estavam presentes na mesma área, a ocupação era indicada pela percentagem de cada espécie. As informações incluídas neste mapa foram completadas com a classificação das espécies dominantes de capoeiras e atribuição de idade (classes de 5 anos) aos florestamentos jovens.

Os povoamentos florestais madeireiros foram classificados, de acordo com o estado de desenvolvimento das árvores, nas seguintes categorias: árvores novas, moitas, florestas com fechamento de copas e florestas altas.

Todas estas informações cartográficas foram digitalizadas, constituindo o principal nível de um sistema de informações geográficas chamado Sistema de Informação Florestal Nacional - (SINFONA). Dentro deste sistema foram incluídos os seguintes mapas:

a) Limites administrativos entre províncias e municípios fornecidos pelo Instituto Geográfico Nacional, na escala 1:50.000;

b) Curvas de níveis (intervalo de 40 m), rede de estradas, rede hidrográfica e bacias hidrográficas, na escala 1:100.000;

c) Classes de propriedade das florestas, na escala 1:50.000, incluindo, pelo menos, as seguintes categorias para as áreas florestais: estatais, utilidade pública, aldeias e privadas;

d) Áreas protegidas, na escala 1:50.000, incluindo os seguintes tipos: parques

nacionais, sítios naturais e reservas nacionais de caça.

A inclusão destas informações, digitalizadas na base de dados, permitiu obter tabelas e novos mapas, a partir do processamento e sobreposição de diferentes mapas.

3.1.5.4. *Atualização dos dados relativos a áreas*

MARTÍNEZ MILLÁN (1985 p.173) afirma que devido a desatualização dos dados cartográficos, relativos a usos da terra e tipos florestais, foi realizada uma atualização prévia das mudanças mais significativas ocorridas. Para isto, foram usadas fotografias aéreas do Instituto Geográfico Nacional, obtidas no período 1984-1985, na escala 1:30.000. Já que o Instituto vem renovando a cobertura aérea em períodos de 5 anos, no caso mais desfavorável, a atualização da área florestal estaria defasada 4 ou 5 anos. Nesta atualização, novos limites ou mudanças detectadas nas fotografias aéreas foram transferidas para os mapas, modificando-se a base de dados anterior.

Para o monitoramento de áreas queimadas e mudanças no uso da terra, foi previsto um projeto de pesquisa com o Centro de Cálculo do Instituto de Investigações Agrárias, em que se estudava a possibilidade de usar imagens de satélite.

3.1.5.5. *Coleta de dados de campo*

As parcelas amostrais de campo foram distribuídas sistematicamente sobre a área florestal, com base na rede Universal Transverse Mercator (U.T.M.) de 1 km. Aproximadamente 10.000 a 12.000 parcelas amostrais foram medidas a cada ano. O modelo de amostragem projetado permitia aumentar a intensidade de amostragem em determinadas zonas geográficas ou estratos (MARTÍNEZ MILLÁN, 1985 p.173).

Para localizar as parcelas de campo, seus centros foram transferidos para as fotografias aéreas. O chefe da equipe de campo descrevia cuidadosamente o itinerário a ser seguido, para a correta localização das unidades amostrais. Como as parcelas eram permanentes, um pequeno tubo de metal foi cravado no centro da parcela, visando facilitar sua localização futura.

As árvores com DAP maior que 7,5 cm, 12,5 cm, 22,5 cm e 42,5 cm foram medidas dentro de círculos concêntricos, com raios de 5 m, 10 m, 15 m e 25 m, respectivamente. Todas estas árvores foram classificadas por espécie, forma do tronco e estado sanitário, e medidos os seus diâmetros (DAP) e alturas.

As distâncias de cada árvore ao centro da parcela foram medidas e determinados os azimutes das principais árvores.

Na parcela, foram selecionadas algumas árvores representativas das diferentes espécies e formas. Nestas árvores, mediu-se o diâmetro da copa, a altura do primeiro galho vivo, a espessura de casca, o incremento no DAP e o diâmetro à 4 m de altura do tronco. No caso de árvores ramificadas, ao invés do diâmetro à 4m de altura, a altura do tronco e o diâmetro foram medidos na seção do topo.

Além dos dados dendrométricos, tomou-se um conjunto de dados descritivos referentes ao uso da terra, geomorfologia, proteção do solo e descrição silvicultural dos povoamentos florestais.

3.1.5.6. *Estimativa do estoque de crescimento*

Conforme MARTÍNEZ MILLÁN (1985 p.175) a estimativa do estoque de crescimento foi obtida independentemente para cada parcela amostral, a partir de seus próprios dados de campo, usando-se funções previamente preparadas para os cálculos de volume e incremento corrente. De um modo geral, não foram desenvolvidas tabelas de volumes locais e de incrementos, pelo agrupamento de árvores representativas de parcelas pertencentes a um dado estrato. Os estratos foram compostos pela agregação de povoamentos que apresentavam características similares, incluídos em zonas geográficas diferenciadas.

Para o cálculo de volume das espécies madeireiras mais importantes, foram construídas equações de volume, em função do DAP, altura total e diâmetro à 4 m de altura do tronco (curva de forma das árvores) e em função do DAP, altura total e altura do tronco para as árvores ramificadas.

Para as espécies remanescentes, usou-se as equações do primeiro inventário,

em função do DAP e altura total.

Com respeito a estimativa do incremento, após a realização do segundo e terceiro inventários, o incremento corrente, a exploração e mortalidade poderão ser determinados para cada parcela. Para a estimativa do incremento, no segundo inventário, foram construídas equações baseadas nas mesmas variáveis usadas nas funções de volume, além do incremento em diâmetro e, em alguns casos, a idade.

Em relação à estimativa do volume de madeira para energia, foram construídas equações derivadas dos dados do primeiro inventário, em função do DAP, ou com diâmetro e tamanho da copa da árvore.

Uma vez digitalizado, cada povoamento era alocado em um estrato. Se estivessem incluídas três ou mais parcelas, seus valores eram usados para a estimativa do estoque de crescimento do povoamento. Somente quando nenhuma parcela, ou apenas uma ou duas parcelas estavam incluídas dentro do povoamento, a estimativa do estoque de crescimento era feita a partir do valor médio do estrato correspondente.

3.1.5.7. *Processamento de dados e sistema de informações geográficas*

O SINFONA, segundo MARTÍNEZ MILLÁN (1985 p.176), permitiu obter tabelas, mapas, gráficos e dados do estoque de crescimento de uma área, para uma determinada zona geográfica. É importante observar que o sistema incluiu os dados do segundo inventário.

Este sistema de informações geográficas computadorizado requer uma unidade central de processamento muito especializada e potente, para suportar os equipamentos periféricos, que incluem digitalizadores, terminais gráficos de vídeo, “plotters”, processadores de imagens, etc., e pacotes complexos de programas que administram gráficos e a base de dados acima mencionada.

Para a instalação, estabeleceu-se aperfeiçoamento e desenvolvimento do sistema, bem como entendimento com o Centro de Cálculo do Instituto de Investigações Agrárias.

3.1.5.8. *Principais aspectos do inventário florestal nacional da Espanha*

Os aspectos que merecem destaque no inventário florestal nacional da Espanha são os seguintes:

a) O mapeamento, classificação florestal, estratificação e determinação de áreas foram feitos a partir de fotografias aéreas e visitas à campo, sendo posteriormente digitalizadas em um sistema de informações geográficas. Este sistema contém mapas de limites administrativos entre províncias e municípios, de curvas de níveis, de classe de propriedade das florestas e de áreas de conservação. Desse modo, o sistema de informações pode fornecer novos mapas e tabelas, a partir do processamento e sobreposição dos mapas nele contidos;

b) O levantamento de campo foi feito através da amostragem sistemática, cujas unidades amostrais foram distribuídas sobre a área florestal com base na rede U.T.M. de 1 km. As unidades amostrais eram parcelas permanentes simples, da forma circular, e concêntricas, com raios de 5 m, 10 m, 15 m e 20 m, onde foram medidas as árvores com DAP maior que 7,5 cm, 12,5 cm, 22,5 cm e 42,5 cm, respectivamente;

c) O sistema de informações incluiu os dados do inventário anterior, permitindo obter tabelas, mapas, gráficos e dados do estoque de crescimento de uma área qualquer, em uma determinada zona geográfica.

3.2. EXPERIÊNCIA DA AMÉRICA DO NORTE

A experiência norte-americana em inventários florestais nacionais é apresentada através da descrição dos sistemas utilizados nos Estados Unidos e Canadá.

3.2.1. Inventário florestal nacional dos Estados Unidos

O programa de inventário florestal a nível nacional nos Estados Unidos iniciou-se em 1930. Em 1928, o Congresso Nacional aprovou a lei que fornece as

bases para a pesquisa florestal nos Estados Unidos e autorizou o levantamento florestal. A lei incumbiu a Secretaria de Agricultura, em cooperação com órgãos públicos estaduais afins e entidades privadas, à realizar um levantamento da produtividade presente e potencial das áreas florestais do país, bem como determinar condições e formas de balançar o suprimento de madeira. Esta lei autorizou, também, a criação de 15 Estações Experimentais Florestais, com estrutura organizacional para pesquisa florestal, sendo, posteriormente, reduzidas para 8 (VAN SICKLE, 1978 p.90).

Em 1974, o Congresso aprovou uma nova lei “A Floresta e o Planejamento dos Recursos Naturais Renováveis”, tornando a avaliação periódica uma incumbência legal do Departamento de Agricultura. Esta lei ampliou a área de ação do levantamento, incluindo todos os recursos naturais renováveis, uma vez que os inventários anteriores limitavam-se à avaliação de madeira.

A primeira avaliação nacional da situação dos recursos foi publicada em 1945. Novas avaliações foram compiladas em 1953, 1963 e 70. Conforme SCHREUDER & BONNOR (1987 p.433) os inventários têm sido realizados continuamente, sendo que na maioria das regiões já foi completado o terceiro ciclo e algumas áreas já foram inventariadas cinco vezes.

Os inventários florestais têm sido conduzidos por projetos de pesquisa em 7 das 8 Estações. As Estações Regionais foram constituídas para que a pesquisa fosse dirigida às necessidades de áreas geográficas específicas. Esta descentralização determinou influências importantes nos objetivos dos inventários, uma vez que precisavam conciliar as necessidades Regionais e Estaduais, com as Nacionais. Assim, o inventário florestal a nível nacional iniciou-se, quase que simultaneamente, em vários locais. Embora os objetivos nacionais fossem comuns a todos os levantamentos, as condições florestais locais, a base de informações existente e o pessoal envolvido eram diferentes.

3.2.1.1. *Objetivos*

O inventário nacional tem como objetivo principal fornecer informação

continua sobre as condições presente e futura dos recursos florestais e demais recursos renováveis dos Estados Unidos, para embasar as decisões a nível nacional e regional (FOREST RESOURCES ECONOMICS RESEARCH STAFF, 1987).

O levantamento nacional das florestas envolveu muitas considerações importantes, que afetaram sua forma atual. As principais foram as seguintes:

a) Os dados de inventário, obtidos para a avaliação nacional, têm grande utilidade para planejamentos a nível local e Estadual. Logo tornou-se evidente que o inventário deveria ser reportado ao uso local.

b) Para que os dados dos inventários florestais regionais pudessem ser agregados, foram necessárias definições nacionais e medições padronizadas. Além disso, foi necessária orientação sobre procedimentos para manter a qualidade das informações. Em 1949, esses procedimentos, definições e padronizações foram reunidos em um Manual do Levantamento Florestal.

c) As necessidades de inventário florestal têm sido entendidas, pelos planejadores de recursos, como diferentes das necessidades para manejo e administração. Os inventários para manejo de áreas florestais precisam embasar as ações que devem ser desenvolvidas em locais específicos. Já os dados necessários para planejamento regional e nacional dos recursos podem ser mais extensivos, exigindo apenas uma amostragem, com pequena intensidade, de uma grande área. Os custos dos inventários de manejo são altos, mas são justificados pela necessidade de embasar decisões para áreas específicas. No segundo caso, os erros de amostragem são secundários, uma vez que a necessidade de informações se restringe a uma visão ampla da situação dos recursos.

d) Embora o inventário a nível nacional tenha como base um plano de amostragem extensivo, seu custo é elevado. Quando a informação é obtida de outras agências públicas (Estaduais e Federal) e de indústrias privadas, a uniformidade de definições e padrões é de crucial importância para a utilização dos dados.

Muito embora os objetivos sejam essencialmente os mesmos, entre os projetos de levantamentos florestais regionais, as circunstâncias impõem diferenças na ordem de prioridades. Deste modo, uma tentativa única de amostragem tem sido

impossível.

3.2.1.2. *Estrutura do inventário a nível nacional*

A estrutura atual consiste de projetos de inventários separados, distribuídos através do país. Uma unidade de apoio, situada em Washington, é responsável pela coordenação geral do levantamento. Os projetos são administrados pelos diretores e líderes de projetos das Estações Experimentais. O suporte técnico é fornecido pela Central Técnica de Projetos, localizada em Fort Collins, Colorado. O contexto geográfico, econômico e político, sob o qual cada unidade opera, é diferente, uma vez que os governos estaduais são autônomos na questão de manejo dos recursos pertencentes às propriedades privadas (VAN SICKLE, 1978 p.92).

De acordo com SCHREUDER & BONNOR (1987 p.431) os inventários florestais extensivos têm sido conduzidos pelo Serviço Florestal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA Forest Service), através das unidades de Inventário Florestal e Análises (Forest Inventory and Analysis - FIA), em todas as áreas florestais, exceto nas Florestas Nacionais, por decisão tomada pelos governos Federal e Estaduais, empresas privadas, grupos conservacionistas, e cidadãos individuais (FOREST RESOURCE ECONOMICS RESEARCH STAFF, 1987). Como as unidades do FIA têm pesquisas, bem como responsabilidades operacionais, os procedimentos de inventário são, freqüentemente, modificados para incorporar novas idéias. Os levantamentos das Florestas Nacionais vem sendo realizados pelo Sistema de Florestas Nacionais (National Forest System - NFS), do Serviço Florestal, para propósitos de planejamento florestal.

Conforme VAN SICKLE (1978 p.92), como as demandas de informações variam em cada unidade de inventário, é permitido alguma flexibilidade no seu planejamento, para que os administradores possam encontrar soluções locais para as informações necessárias. A uniformidade a nível nacional foi mantida através do manual do levantamento florestal nacional. O manual contém normas de procedimento para definições importantes, padrões de acuracidade, especificações de periodicidade,

exigências de relatórios, tópicos padronizados e tabelas estatísticas, códigos de procedimento e computação.

O sistema de inventário florestal dos Estados Unidos difere daqueles utilizados em outros países, devido, principalmente, à estrutura de propriedade das terras. A maioria das áreas florestais comerciais do país é de propriedade privada individual, ou de empresas. Somente 27% dessas áreas são propriedades públicas. Um quinto das áreas florestais privadas pertencem à empresas que atuam no setor florestal industrial, cujos objetivos de manejo são dirigidos à produção de madeira. O restante das áreas privadas pertence à fazendeiros, ou outros proprietários. As propriedades são compostas, em geral, por pequenas áreas, cuja posse muda com frequência. Registros de atividades de manejo, exploração florestal, mudança de proprietário, e outras considerações importantes, são raras ou inexistentes (VAN SICKLE, 1978 p.91).

O inventário nacional combina os dados de todos os proprietários, como base para o planejamento dos recursos florestais regionais e nacional.

3.2.1.3. *Metodologia do inventário*

Embora os planos de amostragem dos inventários regionais não sejam iguais, os métodos utilizados têm sido similares.

3.2.1.3.1. *Sistema básico de amostragem*

Conforme SCHREUDER & BONNOR (1987 p.433) o esquema básico de amostragem que vem sendo aplicado no inventário nacional, com exceção do Alaska, consiste de dupla amostragem por estratificação. Inicialmente, sobre as fotografias aéreas toma-se uma amostra de foto-parcelas, as quais são interpretadas e classificadas em estratos; após, no campo, são amostrados conglomerados permanentes dentro de cada estrato.

Os conglomerados permanentes são distribuídos, no campo, através de uma rede sistemática de 5 x 5 km. O conglomerado é constituído por 5 ou 10 pontos

amostrais, com raio variável e fixo, que cobre 1 acre (4.046,84 m²), ou seja, aproximadamente 0,4 hectare (VAN SICKLE, 1978 p.92).

A fotointerpretação fornece informações sobre o uso da terra, classes de volume de madeira, e categorias gerais de tipos florestais. Nas parcelas de campo, obtém-se informações específicas sobre atributos da área, da parcela, de árvores individuais e outros tipos de vegetação. A vegetação inferior e pequenas árvores são medidas, ou contadas, em uma parcela de área fixa situada em torno do ponto; e as árvores maiores, geralmente acima de 12,5 cm de DAP, são amostradas nos pontos amostrais, proporcionalmente ao diâmetro ao quadrado.

3.2.1.3.2. *Variações regionais do sistema de amostragem*

No Alaska, vem sendo investigada uma estratégia de amostragem em 4 fases, com estimativa de regressão, usando parcelas de 8 ha em cada uma das 4 fases: imagem digital de satélite, fotografias de alta altitude, fotografias de baixa altitude, e amostragem de campo (SCHREUDER & BONNOR, 1987 p.433).

Conforme VAN SICKLE (1978 p.92) o projeto de avaliação dos recursos renováveis da Estação Experimental Florestal do Nordeste usa amostragem com repetição parcial, ao invés de parcelas permanentes. O projeto da Estação Experimental Florestal e Pastagem do Pacífico Noroeste utiliza um conglomerado de 6 pontos.

A seguinte avaliação dos procedimentos usados nos projetos de inventários regionais ilustram como os problemas são percebidos e solucionados. O plano de inventário usado pela Estação Experimental Florestal do Nordeste, até o início dos anos 60, é representativo dos objetivos vigentes naquela época. Serve, também, como termo de comparação das mudanças ocorridas nos métodos.

A Estação do Nordeste usou, inicialmente, o esquema clássico de dupla amostragem por estratificação. Muitos pontos em fotografias (foto-pontos) eram selecionados, sistematicamente, de um conjunto de fotografias aéreas e, a cada ponto, era atribuída uma classificação de volume, de acordo com a quantidade de madeira,

por acre, em torno do ponto, estimada a partir da fotointerpretação. Para isto, usava-se uma definição de estratos florestais, baseada no volume. Porém, havia uma grande variação no volume dos povoamentos, mesmo quando a altura, densidade e diâmetro da copa eram iguais.

Os foto-pontos eram sistematicamente distribuídos em cada estrato. Para os pontos selecionados, uma parcela de campo era estabelecida, tão próximo quanto possível, do ponto correspondente. Estas parcelas de campo eram, então, medidas pelos procedimentos padrões de mensuração. A parcela era reclassificada pelo volume; eram registradas suas características, tais como tipo florestal ou estoque; e as árvores da parcela eram classificadas, por espécie e qualidade, e seus diâmetros eram medidos. As árvores classificadas como madeira para serraria eram medidas em uma parcela circular de $1/5$ de acre e as árvores menores, em uma parcela de $1/10$ de acre. Como estas árvores deveriam ser remedidas, para estimar crescimento, estas parcelas eram marcadas, visando sua identificação posterior.

A percentagem de foto-pontos, que recaía em um dado estrato, era usada para estimar sua área total, e as parcelas de campo forneciam estimativas das médias e variâncias dos volumes de cada estrato. Estas estimativas eram então combinadas, por fórmulas apropriadas, para se obter estimativas do volume médio, por acre, e o volume total por unidade geográfica.

Alguma variação deste esquema foi usada pela maior parte dos Projetos de Avaliação de Recursos. A estimativa do volume de madeira foi considerada como o objetivo principal. Pouca informação prévia sobre os recursos era disponível. Os inventários de Avaliação de Recursos atuais evoluíram a partir deste método, seguindo dois caminhos:

a) A primeira mudança, promovida pela Unidade de Pesquisas Técnicas Nacional, foi a substituição das parcelas circulares de área fixa, por um conglomerado de parcelas com raio variável. As parcelas de área fixa eram menos eficientes do que as de raio variável, para a estimativa de volume, e o conglomerado foi usado para amostrar melhor a distribuição e posição das árvores dentro do povoamento. Os conglomerados foram distribuídos sobre, aproximadamente, 0,4 hectare.

b) A segunda mudança concentrou-se no aspecto da remediação. Os planejadores de inventário que decidiram pelo procedimento de remediação parcial procuravam eficiência para, relativamente, poucas características compatíveis, tais como volume e crescimento. Ao contrário, os planejadores que decidiram pela remediação total das parcelas amostrais enfatizavam a necessidade de avaliar mudanças e fornecer dados sobre um amplo espectro de características dos recursos. A descrição seguinte de planos de inventários regionais ilustram estes diferentes pontos de vista.

O esquema de inventário usado pelo Projeto de Avaliação de Recursos da Estação do Nordeste representa, provavelmente, o caminho mais refinado para um inventário eficiente de volume. Quando as parcelas amostrais são remedidas, os preceitos da amostragem com repetição parcial são adicionados aos do esquema básico da amostragem dupla. Na amostragem com repetição parcial, algumas parcelas da primeira medição são aleatoriamente selecionadas para remediação e novas parcelas são adicionadas na segunda medição. A estimativa do volume corrente é baseada em uma média ponderada de duas estimativas estatisticamente independentes. A primeira delas, é derivada do inventário inicial e parcelas remedidas; e a segunda, de parcelas novas estabelecidas. Uma estimativa do crescimento periódico também pode ser obtida pelas fórmulas apropriadas.

O problema se concentra no plano da nova amostragem, o qual produz uma segunda estimativa do volume corrente, com uma precisão pré-determinada. Isto é feito pelo esquema clássico de amostragem dupla para estratificação, obtendo-se um novo conjunto de fotografias da área florestal; o número de novas foto-parcelas e novas parcelas de campo é calculado e distribuído de acordo com o procedimento padrão. As principais decisões são: a seleção de três tamanhos de amostras; o número de parcelas de campo para remediação; o número de novas foto-parcelas a selecionar; e o número de novas parcelas de campo a estabelecer. Além disso, o número de parcelas de campo, velhas e novas, deve ser distribuído nos estratos.

O esquema é flexível, com respeito às exigências de precisão e mudanças nos recursos. Como exemplo de um plano amostral, dirigido à uma gama de considerações, pode-se citar os procedimentos usados pela Estação Experimental Florestal e Pastagem

de Intermountain. Esta Estação tem definido os seguintes objetivos, além das exigências usuais de volume de madeira:

- a) O procedimento de amostragem deve conciliar características espaciais dos recursos, que permitam análises das interrelações de uso dos mesmos;
- b) A abordagem deve facilitar a integração e agregação de dados de uma variedade de fontes. Várias agências e organizações têm a responsabilidade de coletar dados dos recursos. As avaliações periódicas regionais e nacional devem incluir dados destas fontes;
- c) O inventário deve permitir uma recuperação computadorizada eficiente de informações e atualização das informações geográficas relacionadas;
- d) Conferir alta prioridade às medições de mudança.

A estrutura básica de amostragem foi desenvolvida para auxiliar a integração de dados das diversas fontes, fornecer uma base comum para amostragem e reunir uma gama de outros objetivos. Sempre que dados mapeados, ou amostrados detalhadamente tornam-se disponíveis, essas fontes devem ser usadas. A ênfase aqui é para a remedição de uma rede básica de parcelas permanentes.

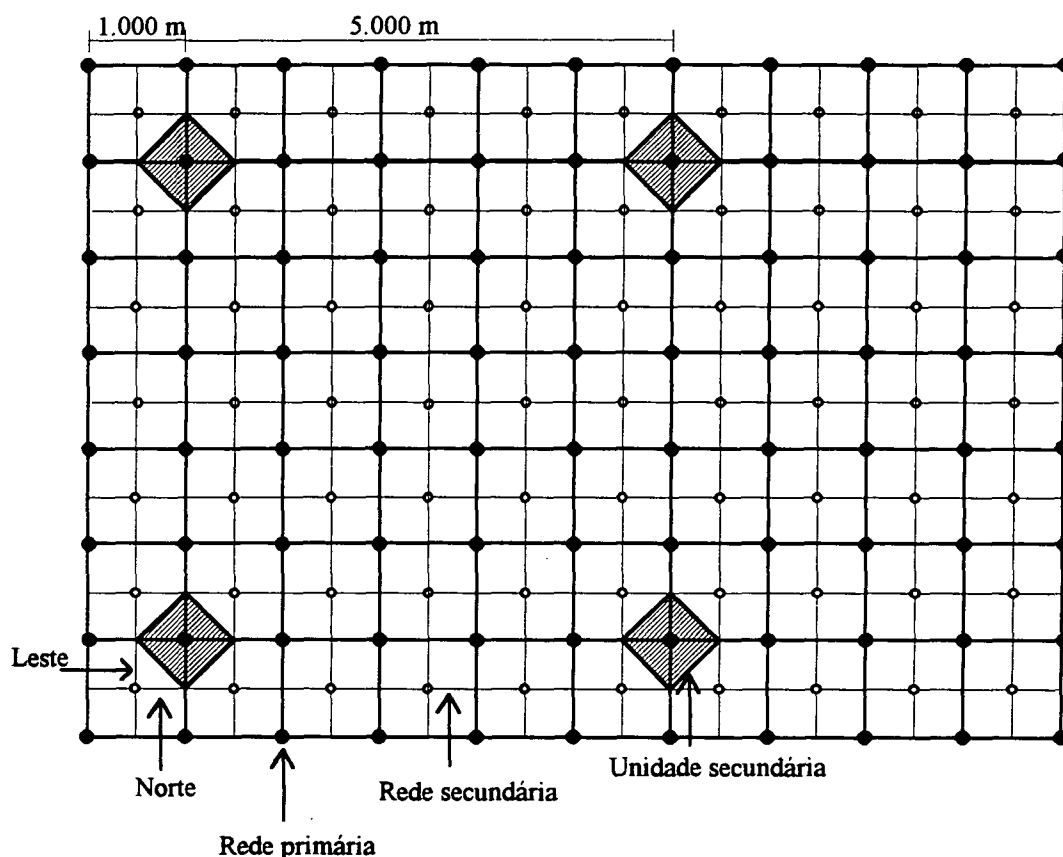
De acordo com WIKSTROM (1978, p.119) a estrutura de amostragem é baseada em uma rede sistemática dupla e uma amostra secundária de campo. A rede primária é composta por pontos amostrais, cuja área de influência de cada ponto é de 50 hectares. Para tanto, usa-se duas redes, com 1.000 metros entre pontos, amarradas ao sistema de coordenadas Universal Transverse Mercator (U.T.M.). O ponto inicial de uma rede é deslocado 500 metros na direção norte e leste, em relação à outra rede, como mostra a figura 10.

O mapa é constituído de quadrados desviados 45° em relação aos pontos cardeais, resultando blocos diagonais, com 707,11 metros de lado.

Para localizar qualquer ponto amostral primário, basta conhecer o critério utilizado no arranjo das redes amostrais.

O mapa das unidades primárias é transferido para fotografias aéreas, onde os foto-pontos são classificados de acordo com as condições verificadas em sua área de influência.

FIGURA 10: Redes amostrais primária e secundária do IFN dos Estados Unidos.



Os pontos amostrais primários (unidades primárias) são classificados dentro de classes gerais de cobertura da terra, como por exemplo, áreas florestais, áreas de pastagem, áreas de cultivos agrícolas, espelhos de água, tundra, etc. As unidades primárias que caem sobre áreas florestais são classificadas por classe de propriedade, subdivisão política, aspectos de inclinação e elevação do terreno, através de mapas.

Descreve-se, também, o tipo de solo, tipo de habitat, atributos de uso, ecoregiões e outras classificações, quando a informação está ou torna-se disponível. Se estas informações estiverem disponíveis em computadores, por coordenadas U.T.M., pode-se ler estes dados, diretamente, para os pontos amostrais.

A subamostragem de campo (unidades secundárias) é distribuída sistematicamente sobre a rede primária, com um intervalo de 5.000 metros entre as unidades, constituindo uma amostra base, onde cada unidade representa uma área de

2.500 hectares. Estas parcelas de campo constituem a base da amostragem dupla, nas classificações terrestres e medições detalhadas das condições do terreno e da vegetação.

As unidades secundárias são classificadas, no campo, em classes de cobertura e outras categorias de interesse. As unidades distribuídas em áreas florestais necessitam medições, para descrever a madeira e os recursos ambientais em torno do ponto amostral.

A amostragem de campo fornece as bases para medir as mudanças ao longo do tempo, e constitui o ponto inicial para o planejamento dos inventários futuros. Remedições periódicas desta amostra são possíveis; contudo, a rede da amostra base contrariaria, pelo menos, as mudanças no tempo devidas a limites, propriedade, recursos financeiros, ou o interesse particular em um tipo de área.

Esta estrutura é adequada para as avaliações a nível nacional e algumas comparações efetuadas Estado por Estado. Quando uma amostragem de campo mais intensiva é exigida, pode-se planejar uma amostra sobre outra rede e/ou selecionar parcelas de campo adicionais, dentro do estrato de interesse, usando os pontos primários de ambas as redes. Caso as agências Federal ou Estadual, ou mesmo os proprietários de grande áreas, queiram informações mais localizadas, pode-se utilizar a informação coletada pela Unidade de Avaliação de Recursos e intensificar a amostragem, ou tomar informações adicionais sobre as mesmas unidades amostrais.

Os planos de amostragem usados por outros Projetos de Avaliação de Recursos diferem, até certo grau, do plano usado pela Estação Intermountain, mas a evolução de seus objetivos e metodologia é similar.

3.2.1.3.3. *Processamento dos dados*

Segundo VAN SICKLE (1978 p.95), os dados dos inventários são processados, na maioria dos projetos, por um sistema especializado de compilação de dados, desenvolvido para este propósito. Este pacote também é usado por outras agências e firmas nos Estados Unidos, bem como em outros países. No entanto,

existem exceções como o caso da Estação do Sudeste, que desenvolveu, previamente, seu próprio sistema.

Cada projeto compila 28 tabelas padrões, para cada inventário concluído. Estas tabelas são especificadas no Manual de Levantamento Florestal e ajudam a estabelecer uniformidade a nível nacional. Estas tabelas representam a essência do inventário, mas mostram apenas uma pequena porção dos dados. Outras tabelas são preparadas para as necessidades regionais e locais.

3.2.1.4. *Sistema de inventário das Florestas Nacionais*

De acordo com SCHREUDER & BONNOR (1987 p.433) o inventário das Florestas Nacionais visa estimar o nível de produção sustentada, para cada recurso independentemente, e os níveis de recursos combinados que podem ser produzidos sob diferentes intensidades de manejo.

As Florestas Nacionais devem obter e conservar dados de inventários correntes, para o planejamento e manejo dos seguintes recursos: pastagem; madeira; solos e geologia; ocorrências naturais de água, incluindo qualidade e quantidade; banhados e zonas sujeitas à inundação; flora, fauna e peixes existentes, condições ambientais para espécies vertebradas e invertebradas; e dados quantitativos para determinar a diversidade de espécies e comunidades.

Tradicionalmente, tais inventários tem sido de recursos específicos. Os inventários de pastagens são conduzidos para determinar áreas apropriadas ao pastoreio de animais domésticos, os tipos de comunidades de plantas presentes, as condições ecológicas destas comunidades, as condições de pastoreio, as condições de cobertura e estabilidade do solo, a capacidade da área produzir alimento e abrigo à fauna, e o efeito do pastoreio.

As técnicas e procedimentos de inventário variam de região para região, visando atender as variações naturais dos ecossistemas e as necessidades locais.

Os inventários madeireiros são levantamentos amplos das florestas, que incluem análises silvicultural dos povoamentos, da madeira, ou da regeneração. As

informações coletadas incluem: volume das árvores, crescimento e mortalidade.

3.2.1.5. *Pontos fortes e fragilidades*

Conforme VAN SICKLE (1978 p.95-96) um ponto forte desta estrutura nacional é que ela favorece inovações. Inventários e análises podem ser planejados para atender necessidades locais específicas, bem como as necessidades nacionais. No passado, os projetos regionais desenvolveram avanços significativos em modelos amostrais e técnicas de inventário.

Há, contudo, algumas deficiências importantes. Uma delas é a capacidade limitada de observação e emprego de dados correntes dos recursos. Os inventários completos e amplos dos recursos são dispendiosos e consomem muito tempo. Até agora, o intervalo de tempo entre as remedições varia de 10 a 15 anos. Existem fontes de informações, principalmente de baixo custo, que permitiriam atualizar os inventários, entre as remedições principais. Em várias Estações, foram investigadas técnicas de atualização, ficando provado que a atualização do volume de madeira é totalmente possível. Porém, para outros atributos importantes dos recursos, tais como condição florestal, a investigação provou ser mais difícil a atualização.

Outra dificuldade desta estrutura é que alguns dados de projetos limites não podem ser agregados. Grandes empresas florestais e outros usuários dos dados de recursos florestais desejam, com frequência, analisar expectativas de matéria-prima em áreas que cruzam Estados limites. Como os planos de inventário e conteúdos variam, os dados podem ser incompatíveis. Além disso, difere também a capacidade de processamento de dados, em cada Estação, para responder às solicitações específicas de informações.

Uma atenção constante é dada à conciliação dos objetivos do inventário de recursos. Não são apenas mudanças nas necessidades de informações, mas a maior parte dos objetivos do inventário competem entre si. As escolhas estão entre conteúdo, escopo, precisão e oportunidade. Um inventário altamente preciso tem pouco valor se os seus resultados forem apresentados fora da época em que são realmente necessários;

ele deve conter informações de valor para os planejadores de recursos. Para conciliar estes fatores, é necessário reavaliar, freqüentemente, os objetivos do inventário. Mudanças nas condições dos recursos, fatores econômicos e sociais, alocação de recursos, e outras considerações afetam os objetivos do inventário.

Realimentação e suporte político dos grupos usuários de dados dos recursos indicam que informações detalhadas, disponíveis no momento oportuno, constitui um objeto valioso. Contudo, é muito mais difícil identificar, precisamente, como e a quem esses benefícios resultam. Muitas destas informações são fornecidas ao público sem nenhum custo. Outras, são fornecidas a um custo nominal. Não há dúvidas de que o governo é o fornecedor lógico de informação dos recursos florestais. Um entendimento claro dos benefícios e custos é necessário para a correta determinação de prioridades e para planejamento de inventários.

3.2.1.6. *Tendências futuras*

Ainda de acordo com VAN SICKLE (1978 p.96-97), as experiências com inventário florestal indicam, claramente, algum reordenamento de prioridades e mudanças de rumo nos anos vindouros. Muitas destas mudanças ocorrerão em resposta à algumas das fragilidades citadas anteriormente. Novos meios serão desenvolvidos, para que as informações se tornem disponíveis mais rapidamente, em resposta a uma vasta gama de questões. Além disso, é provável que se antecipe mudanças nas informações, por causa das mudanças tecnológicas, no contexto econômico e político, e nos recursos. Como há sempre um intervalo de tempo considerável entre o planejamento do inventário e a disponibilidade da informação, as necessidades futuras de informação devem ser antecipadas.

No início do inventário florestal, os objetivos principais eram determinar a situação do suprimento de matéria-prima para desenvolvimento industrial e monitorar as tendências de diminuição dos recursos florestais. Nessa época, a prática da silvicultura nos Estados Unidos, raramente, era considerada econômica, sendo motivada muito mais pela ética conservacionista do que pelos resultados financeiros.

Durante os anos 50 e 60, a indústria florestal começou a maturar. Os preços subiram, em decorrência do aumento da demanda de produtos florestais. A estabilização dos solos e proteção das bacias hidrográficas tornaram-se, também, objetivos importantes. Planejadores de recursos florestais a nível estadual e nacional mostraram-se crescentemente interessados em identificar oportunidades econômicas, para aumentar a produtividade das áreas florestais do país.

Ao mesmo tempo, as pressões pelo uso não madeireiro das áreas florestais começaram a competir ativamente com a produção de madeira. Desse modo, identificar a capacidade da área, para a produção de uma variada gama de produtos e serviços, tornou-se cada vez mais importante. Estes valores podem ser produzidos separadamente, ou simultaneamente. Em qualquer dos casos, necessita-se conhecer todas as capacidades de uso da terra e os custos respectivos.

Outra tendência de desenvolvimento, que tem influência sobre as necessidades futuras de informações de inventário, é o papel dos governos estaduais e federal em realizar manejo florestal em áreas privadas. No passado, as políticas dos governos estabeleciam restrições mínimas ao uso de áreas privadas. Mas por causa disto, a qualidade do manejo florestal nessas áreas foi significativamente mais baixa do que nas áreas públicas. Contudo, recentemente, foi intensificado o interesse na legislação estadual, federal e em programas de incentivo ao manejo, para melhorar a produtividade de áreas privadas. Com isso, torna-se necessário monitorar a efetividade dos programas e, também, avaliar a aquiescência e a efetividade da legislação.

Os recursos também mudam e com eles os aspectos econômicos e tecnológicos para seu uso. A informação necessária para o manejo altamente intensivo de florestas jovens em crescimento é diferente da informação adequada para florestas maduras, com crescimento estabilizado.

Se os inventários florestais devem suprir estas informações necessárias, eles devem ter algumas características não comumente disponíveis atualmente.

As demandas futuras dos inventários de recursos desafiarão a capacidade de manejo de dados. Não porque seja importante manejar dados, mas porque será importante para produzir informação. Nos últimos anos, substancial progresso foi feito

no desenvolvimento de “software”, para manejo da base de dados em computador. Estes “softwares” dão aos planejadores de inventários de recursos, ferramentas novas e poderosas, que lhes permite obter informação de maneira muito mais abrangente. Além disso, estes sistemas de manejo da base de dados permitem interrelacionar dados de diferentes tipos e de diferentes fontes. Dados de mapas podem ser relacionados diretamente com dados amostrais. Dados da vegetação podem ser relacionados com dados de solo. Enfim, as possibilidades de relacionamento de dados são ilimitadas.

Os sistemas de manejo de bases de dados demandam tanto a configuração de “hardware”, como uma boa organização dos dados. É importante para os planejadores de recursos reconhecer que muito da organização dos dados é feita fora do computador. Não obstante, é importante manejar toda a informação relevante para o sistema. Dados periféricos devem ser representados pelos mapas, microfilme dos registros das parcelas, listas de propriedades, e outros tipos de registros.

O Serviço Florestal ainda não tem um sistema de manejo de base de dados comum para o Levantamento Florestal Nacional. Cada projeto tem resolvido os problemas de manuseio de dados de modo particular.

3.2.1.7. *Considerações finais*

O Inventário Florestal Nacional, nos Estados Unidos, é atualmente um sistema constituído de 7 projetos de inventários regionais. A exigência principal é a necessidade de fornecer informação, para as avaliações periódicas dos recursos florestais a nível nacional. Estas avaliações são usadas para compor um Programa, que o Congresso Norte-americano usa para planejamento legislativo e orçamento. As informações dos recursos também são usadas para identificar situações críticas de suprimento de recursos a nível regional, estadual, ou local. Cada nível separado identifica alguma demanda diferente de informação no inventário.

Nos últimos anos, surgiu um número considerável de objetivos comuns: a habilidade para avaliar a magnitude e as características da mudança dos recursos, o entendimento da condição da floresta relativo a certo critério de manejo, a natureza de

possível opção de tratamento, e alguma medida do intercâmbio entre valores de recursos, quando são aplicados tratamentos (VAN SICKLE, 1978 p.97).

3.2.1.8. Aspectos importantes do inventário florestal nacional dos Estados Unidos

Os principais aspectos do sistema de inventário florestal nacional dos Estados Unidos são os seguintes:

a) O sistema não se limita à avaliação das florestas apenas, mas inclui todos os recursos naturais renováveis, caracterizando-se como um inventário de recursos;

b) O levantamento nacional é composto por inventários florestais regionais, executados pelas Estações Experimentais Florestais do Serviço Florestal, através das unidades de Inventário Florestal e Análises. Os inventários regionais são conduzidos por projetos de pesquisa em 7 das 8 Estações, visando atender as demandas de áreas geográficas específicas e conciliar as necessidades regionais e estaduais com as nacionais. O contexto geográfico, econômico e político regionais são diferentes, tendo em vista que os governos estaduais são autônomos no que tange ao manejo dos recursos pertencentes às propriedades privadas;

c) Os objetivos dos inventários regionais são os mesmos, entretanto as circunstâncias impõem diferenças na ordem de prioridades. Como as demandas de informações variam em cada região, o sistema permite alguma flexibilidade no planejamento dos inventários, visando encontrar soluções locais para as informações necessárias. Todavia, os inventários regionais obedecem normas comuns de procedimentos, para definições, padrões de acuracidade, periodicidade, relatórios, tópicos padronizados e tabelas estatísticas, códigos e computação;

d) Os esquemas de amostragem não são uniformes em todas as regiões, mas os métodos utilizados são similares. De um modo geral, os levantamentos regionais utilizam amostragem dupla para a estratificação, a partir de um grande conjunto de foto-parcelas e uma rede sistemática de parcelas permanente de campo;

e) O processo de inventário contínuo utilizado na maioria das regiões é a amostragem com repetição total. As parcelas permanentes são distribuídas em

intervalos de 5 km e compostas por conglomerados de 10 pontos amostrais, com raio variável e fixo, distribuídos em uma área de 0,4 ha. As exceções, quanto a esses procedimentos, são os projetos das Estações do Nordeste, que utiliza amostragem com repetição parcial, e a do Pacífico Noroeste, que utiliza um conglomerado de 6 pontos amostrais, e no Alaska, onde usa-se um procedimento de amostragem em 4 fases;

3.2.2. Inventário florestal nacional do Canadá

O Canadá é considerado uma nação florestal, embora apenas 34% de sua área territorial seja coberta por florestas, das quais somente 20% são áreas florestais produtivas. Estes 34% de florestas representam uma área em torno de 3,4 milhões de km², ou seja, mais que o dobro das áreas florestais da Europa. As 10 províncias canadenses têm completa jurisdição e controle sobre as áreas florestais situadas dentro de seus limites. Devido a isto, os inventários provinciais são as fontes mais importantes de dados sobre os recursos florestais do Canadá (BONNOR, 1982 p.201).

O Canadá nunca teve um inventário florestal nacional independente. Em seu lugar, o Serviço Florestal Canadense compila estatísticas nacionais a cada 5 anos, desde 1960, a partir dos dados dos inventários provinciais. Contudo, a partir de 1981, são obtidos dados mais detalhados, para locais específicos, e tanto a compilação de dados como o mapeamento são auxiliados pelo uso de computadores (SCHREUDER & BONNOR, 1987 p.431).

De acordo com SMITH (1978 p.17) cada província desenvolve, de modo mais ou menos independente, seus próprios procedimentos de inventário, embora certas similaridades possam ser identificadas em todas as províncias, nos métodos usados para o inventário de áreas florestais inacessíveis, florestas de produção e áreas altamente acessíveis sujeitas a usos múltiplos. Como as províncias têm jurisdição e responsabilidade pelo manejo das áreas florestais situadas dentro de seus limites, os procedimentos de inventário foram desenvolvidos e implementados pelas Agências Florestais Provinciais, com apoio técnico e financeiro do governo federal. A consequência disso, foi a aplicação de procedimentos diferentes de inventário entre

províncias, dificultando a compilação de dados a nível nacional.

O tipo dominante de inventário realizado no Canadá é o inventário para manejo, feito pelas agências florestais provinciais. Esta dominância é devida ao fato de que 80% das áreas florestais produtivas do país pertencem às províncias. Como proprietárias, elas são as responsáveis diretas pelo manejo florestal e pelo inventário dessas áreas (SCHREUDER & BONNOR, 1987 p.431).

A província é a unidade regional de planejamento, a qual, na situação canadense, é mais lógica uma vez que a maioria das decisões de manejo das terras são tomadas a nível provincial. Também, as diferenças nas regiões florestais e potencial florestal tendem a seguir os limites das províncias. Devido a responsabilidade provincial pelo manejo florestal, os inventários florestais foram desenvolvidos independentemente pelas províncias, e isto vem criando alguns problemas ao reunir os dados dos inventários florestais, para serem usados nas decisões relativas à área florestal nacional (SMITH, 1978 p18).

3.2.2.1. *Aspectos históricos*

Os inventários amplos dos recursos florestais do Canadá são relativamente recentes. Segundo BONNOR (1982 p. 201 e 209), o desenvolvimento e aplicação de inventários florestais no Canadá podem ser divididos em três fases distintas:

a) A primeira foi antes da Segunda Guerra Mundial, quando não havia escassez de madeira no país, poucas áreas florestais eram manejadas, a necessidade de inventários abrangentes era muito pequena e não havia tecnologia adequada para inventários de florestas extensivas, freqüentemente inacessíveis e não manejadas. Porém, a partir daquela época a quantidade de florestas acessíveis de alta qualidade decresceu consideravelmente, ocorreram deficiências locais de suprimento de madeira, tornando evidente a necessidade de dados detalhados de inventário, para o manejo dos recursos florestais;

b) A segunda fase ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, quando aumentou a necessidade de inventários florestais e tecnologias adequadas tornaram-se

disponíveis, na forma de melhoramentos nas fotografias aéreas e procedimentos de fotointerpretação e aerofotogrametria. Procedimentos apropriados de inventário foram desenvolvidos e implementados nas duas décadas seguintes, resultando a primeira avaliação extensiva dos recursos florestais.

De acordo com SCHREUDER & BONNOR (1987 p.431) os inventários para manejo tiveram início nos anos 50, quando os recursos florestais eram considerados inexauríveis. Sua origem foi a necessidade de melhores informações, para uma exploração mais racional dos recursos florestais. A metodologia desenvolvida naquela época foi determinada por dois fatores principais:

- O uso operacional de fotografias aéreas, para o mapeamento florestal;
- Entendimentos federal-provincial forneceram recursos financeiros e orientação às províncias, para inventariar seus recursos florestais. Devido a esses acordos, os inventários florestais provinciais seguiram metodologias semelhantes.

c) A terceira fase iniciou na década de 70, face a crescente escassez de madeiras economicamente acessíveis e de boa qualidade e a necessidade de dados mais acurados e detalhados para o manejo florestal. Ao mesmo tempo, novas tecnologias tornavam-se operacionalmente disponíveis em vários campos, incluindo sensoriamento remoto, mapeamento e aplicação de computadores, que podiam contribuir para a realização de inventários mais eficientes. Diante destes incentivos, a metodologia dos inventários começou a mudar. O ritmo foi lento; sem dúvida, a magnitude do patrimônio florestal, bem como os direitos legislativos e responsabilidades tem contribuído para a lentidão das mudanças. Contudo, os problemas foram identificados e reconhecidos, algumas mudanças foram implementadas e, com isso, o ritmo aumentará na década de 90. O resultado final será melhores dados dos recursos florestais, para um melhor manejo florestal, planejamento e decisões políticas.

3.2.2.2. *Objetivos*

Segundo SMITH (1978 p.17), os inventários florestais realizados no Canadá foram planejados, visando três objetivos principais:

a) Embasar planos estratégicos iniciais de longo prazo, para áreas marginais inacessíveis, relacionadas a possível estabelecimento de serrarias, hidrodesenvolvimento e locação de estradas;

As informações necessárias, para a tomada de decisões relativas ao desenvolvimento inicial dessas florestas, são de natureza global e os inventários florestais são destinados a determinar o volume bruto presente, modelos gerais de crescimento, acessibilidade econômica e composição de espécies. Os inventários florestais suplementam outras informações obtidas de levantamentos geológicos e hidrográficos, de imagens de satélite e fotografias aéreas.

b) Embasar planos de curto e longo prazos destinados às florestas acessíveis, cujo uso predominante é a exploração de madeira, onde os acessos foram estabelecidos e necessita-se informações, para propósitos silviculturais e de proteção, bem como para colheita e venda de madeira;

As informações requeridas incluem não apenas o volume bruto, mas também o volume líquido, de acordo com os padrões de utilização. Incluem também crescimento e produção, de acordo com as prescrições, tanto para as espécies que se desenvolvem em um dado local, mas para outras espécies que devem ser introduzidas na área. O inventário florestal nessas regiões é suplementado pela Canada Land Inventory Maps, que procura avaliar cada parcela de terra de acordo com sua floresta, agricultura, fauna e capacidade recreacional.

c) Embasar as decisões relativas ao uso das áreas altamente acessíveis, situadas próximo de centros urbanos, onde muitas das áreas florestais estão em propriedades privadas e sujeitas a pressões de uso residencial, recreativo e de represamento de água, bem como para produção de madeira;

As informações necessárias são mais complexas, devido ao grande número de opções de manejo possíveis e desejáveis nessas florestas. Informações sobre volumes líquidos, para diferentes padrões de utilização, qualidade da madeira e diversos benefícios indiretos das florestas, sob diferentes opções de manejo, são requeridas para propósitos de manejo.

O tipo e grau de planejamento, seja para exploração de madeira,

desenvolvimento de florestas protetoras, ou para a utilização de outros recursos naturais existentes na floresta, determina o tipo de inventário a ser realizado. Assim, as províncias desenvolveram seus próprios métodos de inventário florestal, para cada nível de planejamento desejado.

3.2.2.3. *Procedimentos dos inventários*

Embora existam diferenças entre os inventários provinciais, a sequência de tarefas, em geral, é a mesma e pode ser identificada como: classificação, mapa base, fotointerpretação, amostragem e compilação (BONNOR, 1982 p.202).

3.2.2.3.1. *Classificação*

Um sistema de classificação florestal e de terras foi desenvolvido para fornecer uma estrutura, dentro da qual estimativas subseqüentes de área e volume foram compiladas. A classificação incluiu propriedade, categoria administrativa, classe da terra e cobertura florestal. Esta última foi subdividida em outras subclasses como, por exemplo, estoque, produtividade e tipos florestais.

3.2.2.3.2. *Mapa base*

O mapa base foi um mapa planimétrico, que mostra apenas informações suficientes (redes viária e hídrica) para localizar as informações florestais a serem adicionadas. Este mapa derivou de um mapa topográfico existente, mas pode ser construído através de fotografias aéreas, em combinação com pontos de controle.

3.2.2.3.3. *Fotointerpretação*

A fotointerpretação foi usada para determinar a localização e o tipo de cobertura florestal de toda a área inventariada, com auxílio do sensoriamento remoto.

O método usado foi obter fotos aéreas, de escala média, e interpretá-las. A interpretação incluiu o delineamento de áreas homogêneas e sua classificação, de acordo com o sistema desenvolvido.

Os dados fotointerpretados, bem como os dados relativos à propriedade e limites administrativos, foram transferidos para o mapa base. Sobre o mapa florestal resultante, determinou-se a área de cada polígono (povoamento) e produziu-se uma lista de áreas, preparada para quantificar a área de cada classe definida no sistema.

3.2.2.3.4. *Amostragem*

O mapa florestal não serviu apenas para identificar os tipos florestais e definir sua extensão, mas também para estruturar a amostragem de campo. Tal amostragem foi necessária para fornecer informações detalhadas, que não puderam ser obtidas nas fotografias aéreas. O número de parcelas amostrais requerido foi determinado através de procedimentos estatísticos. As parcelas foram distribuídas, aleatória ou sistematicamente, sobre o mapa, dentro dos tipos florestais. Com frequência, a distribuição das parcelas era transferida para as fotografias aéreas, a fim de facilitar a localização das mesmas no campo. As equipes de campo iam aos locais especificados, estabeleciam as parcelas, e coletavam os dados requeridos. Estes dados incluíam, para cada árvore, a identificação da espécie e medição do diâmetro à altura do peito. Outros dados comumente registrados eram a altura, idade, crescimento e dados qualitativos do povoamento, bem como características do solo e do terreno.

Em termos estatísticos, os inventários foram estruturados através da amostragem aleatória estratificada, onde as fotografias aéreas foram usadas para identificar e mapear os estratos (tipos de cobertura florestal), e o levantamento de campo para obter estimativas detalhadas (principalmente de volume) de cada estrato.

As tarefas descritas acima foram comuns à maioria dos inventários florestais provinciais. As diferenças entre eles ocorriam nos procedimentos usados para completar as tarefas como, por exemplo, nunca dois inventários usavam o mesmo sistema de classificação florestal e da terra. Outra diferença importante dizia respeito à

amostragem: as parcelas de campo foram estabelecidas de forma sistemática, ou subjetivamente, deixando dúvidas sobre a validade das estimativas de precisão.

Segundo SMITH (1978 p.18-20), os procedimentos aplicados aos inventários foram diferenciados para três tipos de áreas florestais: áreas remotas, florestas de produção e florestas de uso intensivo.

a) Áreas remotas

Nas áreas remotas de Labrador, partes norte de Quebec, Ontário e Yukon, os inventários florestais foram realizados com baixa intensidade. A razão para isto, não foi apenas a relativa inacessibilidade dessas áreas, mas também porque essas áreas continham florestas descontínuas, intercaladas com terras improdutivas e capoeiras. No caso do Território de Yukon, enquanto cada província e o governo federal seguiam diferentes procedimentos de inventário nessas florestas, os métodos exibiam traços comuns. Por exemplo, fotografias aéreas e, mais recentemente, imagens de satélites foram usadas extensivamente para delinear as áreas florestais. Os mapas para estas áreas foram produzidos em escalas menores do que para as florestas comerciais mais acessíveis do sul (1:50.000 é comumente usada). A amostragem de campo também foi muito menos intensiva. Coerente com a necessidade de informação de crescimento nestas áreas, taxas de crescimento (extremamente reduzidas) foram estimadas com trado de incremento, ao invés de parcelas permanentes, cujas estimativas seriam mais acuradas, porém mais dispendiosas.

As tendências mais recentes nos métodos usados para inventários destas áreas, favorecem um procedimento de amostragem em três estágios, com unidades primárias definidas sobre imagens de satélite, unidades secundárias tomadas a partir de fotografias aéreas e as parcelas de campo como unidades terciárias.

b) Florestas de produção

Dentro das florestas de produção, os procedimentos foram diferenciados para

planejamentos de curto e longo prazos:

- Planejamento de longo prazo

Os inventários realizados nas áreas florestais mais produtivas do Canadá têm sido usados para planejar novas serrarias, parques, locar estradas e, também, fornecer as bases para inventários mais detalhados usados nos planejamentos de curto prazo.

Os inventários florestais destas áreas foram realizados pelas províncias, muitas vezes com assistência de proprietários de grandes contratos de madeira, que contratam o direito de corte de áreas florestais das províncias. O governo federal também fornecia alguma assistência técnica às pequenas províncias na condução de seus inventários florestais.

O procedimento básico usado nesses inventários foi a pré ou pós-estratificação da área florestal em várias classes de idade, tipos de cobertura, usando fotografias aéreas na escala 1:15.000. New Brunswick foi a única província que não relacionou as estimativas de inventário com os mapas de tipos de cobertura florestal. Os volumes comerciais brutos, área basal e outros parâmetros dos povoamentos, para estes tipos de coberturas, foram estimados através de tabelas construídas com dados obtidos em parcelas de campo.

Cada província usou seu próprio procedimento para distribuir as parcelas de campo e medir as variáveis das árvores. A maioria das províncias usou pontos amostrais, com fator de área basal 2. As parcelas de área fixa, quadrada ou circular, possuíam tamanho variando de 0,02 a 0,04 ha. O número de parcelas a ser medido foi determinado independentemente para cada tipo de cobertura. O controle do erro de amostragem e uso de técnicas estatísticas de amostragem variaram consideravelmente de uma província para outra.

O crescimento florestal foi estimado de modo diferente nas diversas províncias. A província de British Columbia estimou crescimento através de parcelas permanentes, mantidas desde 1921. A de Ontario usou tabelas de produção normais para estimar crescimento e tabelas de produção em períodos, derivadas de séries de

parcelas temporárias estocadas normalmente. Seis das províncias, incluindo British Columbia, mantém parcelas permanentes para propósitos de inventário florestal.

Os inventários foram repetidos a cada 10 a 20 anos, embora áreas sujeitas à mudanças, devido a incêndios, exploração ou outras atividades humanas fossem reinventariadas com maior frequência. Poucas informações novas foram implementadas de um inventário para o próximo, contudo as áreas foram fotografadas e mapeadas novamente para a amostragem de campo.

- Planejamento de curto prazo

Os inventários florestais de pré-corte usados pelas províncias para planejar e fixar vendas de madeira, bem como operações de exploração, foram baseados em mapas e informações de volumes derivadas dos inventários desenvolvidos para planos de longo prazo. Por exemplo, o inventário usado para planejamento de curto prazo incluiu um mapa derivado da expansão da escala dos mapas desenvolvidos para o inventário regional. Também, o mapa do inventário florestal para planos de curto prazo incluiu sub-tipos mais detalhados dos tipos de cobertura mostrados nos mapas do inventário regional. Além disso, estimativas de volume comercial para cada tipo de cobertura foram obtidos, tomando-se uma amostra mais intensiva de parcelas temporárias do que a usada para volume bruto no inventário de longo prazo. A amostragem sistemática foi a mais usada para estes inventários de curto prazo e a produção dos povoamentos foi de maior interesse do que o crescimento dos mesmos.

c) Florestas de uso intensivo

As florestas situadas nas áreas de maior densidade populacional do Canadá apresentam uso e modelos de propriedade completamente diferentes daquelas mais distantes, que são usadas prioritariamente para produção de madeira. As florestas localizadas em áreas mais populosas estão sujeitas a uma variedade de usos recreacionais e residenciais, bem como, produção de madeira, armazenamento de água

e propósitos estético paisagísticos. O modelo de propriedade destas florestas também é heterogêneo. Muitas destas florestas é propriedade privativa de fazendeiros, ou habitantes da cidade, e as florestas públicas devem ser administradas pelas autoridades provinciais ou municipais.

Os inventários regionais destas florestas forneceram apenas uma parte das informações necessárias às autoridades da área de conservação e outros planejadores distritais. Estes planejadores também necessitavam informações adicionais sobre a capacidade de uso das terras para uma variedade de usos, bem como considerações sociais e informações econômicas, para a elaboração de planos regionais.

Assim, para manejar suas florestas particulares e satisfazer seus próprios objetivos, os proprietários florestais, nestas áreas altamente populosas, têm diferentes necessidades de informações de inventário. Como consequência, pouco tempo e dinheiro têm sido dedicados aos inventários regionais nestas florestas, conquanto as atividades de medições têm sido dirigidas aos inventários independentes de parcelas de madeira e plantações

3.2.2.3.5. *Compilação*

O propósito principal do levantamento de campo foi obter dados detalhados de volume. Os dados das parcelas de campo (espécie, diâmetro e altura) foram aplicados às equações de volume, para calcular o volume individual de cada árvore. Estes volumes foram discriminados por espécie, em cada parcela, e calculou-se os volumes médios, por parcela ou por hectare, para os diferentes tipos florestais. A multiplicação das médias com as áreas dos tipos florestais respectivos resultou o volume total estimado.

Os dados de área e volume foram compilados dentro das classes principais do sistema de classificação. Além disso, os volumes também podiam ser reportados por espécies, classes de diâmetro, classes de qualidade, ou por classes de utilização - serraria ou celulose (BONNOR, 1982 p. 202).

3.2.2.4. *Avanços tecnológicos dos inventários*

Nos últimos anos, ocorreram avanços tecnológicos consideráveis neste campo, que afetaram as metodologias dos inventários florestais. Estes avanços incluíram planos de amostragem, sensoriamento remoto e o uso de computadores. Eles vêm sendo incorporados nos inventários operacionais, para melhorar a qualidade e a quantidade de dados, e reduzir o custo de coleta destes dados. BONNOR (1982 p.204-208) descreve esses avanços como segue:

3.2.2.4.1. *Planos de amostragem*

BONNOR (1972) testou, pela primeira vez no Canadá, o método 3-P (probabilidade proporcional a predição), concluindo que na fase de amostragem de campo o método era mais eficiente do que os métodos amostrais com parcelas de raio fixo e variável. Por isso, o método 3-P passou a ser usado na província de Nova Scotia, para estimar volumes de madeira por classes de tamanho e qualidade (BONNOR, 1980), e na província de Saskatchewan como parte das medições de campo no inventário de manejo (BENSON, 1980).

Diversos tipos de modelos de amostragem em múltiplos estágios foram desenvolvidos, para fazer melhor uso das informações de várias fontes, como imagens de satélite e fotografias aéreas de diferentes escalas. Estes planos de amostragem ainda não foram usados em inventários florestais extensivos, contudo a província de Nova Scotia vem realizando tentativas operacionais (BONNOR, 1980). Segundo KIRBY (1980), o modelo foi testado com sucesso em partes dos Territórios do Noroeste e Alberta, usando dados de imagens do satélite LANDSAT, fotografias aéreas de pequena escala (SSP) e fotografias aéreas de grande escala (LSP). Em Alberta, também foi empregada uma combinação de fotografias aéreas SSP, LSP e dados de campo em um inventário de múltiplos estágios (DEMPSTER & SCOTT, 1980).

A amostragem com repetição parcial (SPR) vem sendo empregada na província de Quebec (CUNIA, 1978).

3.2.2.4.2. *Sensoriamento remoto*

No Canadá, o desenvolvimento do sensoriamento remoto tem se concentrado em torno das aplicações florestais das imagens de satélite, fotografias LSP e filmes fotográficos.

Segundo BONNOR (1982 p. 205), no início da década de 80 as imagens de satélite ainda não constituíam parte integrante dos inventários florestais do Canadá, em parte, porque a metodologia ainda estava no estágio de desenvolvimento. Um dos problemas era que as classes de informações distinguidas nas imagens, nem sempre eram aquelas requeridas pelo inventário. Além disso, a obtenção das informações requeridas, ao nível de acuracidade desejado, podia custar mais.

O Serviço Florestal Canadense tem usado uma combinação de fotografias aéreas e imagens Landsat, para inventários de reconhecimento nos Territórios do Noroeste. Usando técnicas tradicionais de fotointerpretação, em seis meses, foi mapeada uma área total de 1.000.000 km², a um custo de 10 dólares canadenses/ km² (cerca de US\$ 7,12/ km²).

Na província de British Columbia, o Serviço Florestal tem usado imagens Landsat, como uma das várias fontes de informações, para mapear e atualizar seus inventários florestais.

Enquanto fotografias aéreas de escala média (1:10.000 a 1:50.000) vem sendo usadas há muito tempo para delinear e classificar áreas florestais, as de escala grande (1:500 a 1:10.000) estão substituindo os trabalhos de campo de alto custo, especialmente em áreas remotas e inacessíveis. Sobre as LSP, podem ser identificadas e medidas árvores individuais e estimados os seus volumes e os das parcelas. Inúmeros experimentos foram realizados para determinar o melhor meio de obter LSP, a partir dos quais surgiram vários sistemas viáveis. Um deles emprega uma câmara de 70 mm, montada na fuselagem de uma aeronave, um radar altímetro para determinar a altura de vôo e escala da foto, um intervalômetro, e um indicador de inclinação. Este sistema foi, posteriormente, incluído como parte dos procedimentos de inventário da província

de Alberta (ALDRED, 1980; LOWE, 1980).

O sistema que vem sendo usado em outros inventários do nordeste do Canadá trabalha como segue:

- a) Sobre um mapa mostrando os limites dos tipos ou estratos florestais, são locadas, aleatoriamente, faixas paralelas de LSP a serem voadas;
- b) Dentro de cada faixa, foto-parcelas são, aleatoriamente, selecionadas para medição;
- c) Em cada foto-parcela, mede-se a altura e área da copa de cada árvore e estima-se os volumes correspondente, através de equações específicas; estes volumes são reunidos e classificados, para produzir o volume da foto-parcela, por espécie;
- d) Uma subamostra das fotos-parcelas são amostradas no campo, para conferir e corrigir as medições realizadas nas fotos, e obter dados para as equações de volume de árvores individuais;
- e) Os dados das parcelas são reunidos, para fornecer dados de volume para cada estrato e para toda a população.

Outro sistema LSP, desenvolvido na província de British Columbia, utiliza duas câmaras, montadas sobre uma barra presa a um helicóptero, e integrou o novo sistema de inventário, que incluiu atualização anual (HEGYI, 1980).

Também, o uso de filmes coloridos, para a tomada de fotografias aéreas utilizadas nos inventários florestais, cresceu consideravelmente, devido a redução de custo e o aprimoramento da qualidade e dos detalhes obtidos com esses filmes.

3.2.2.4.3. *Mapeamento*

O método tradicional de elaboração de mapas florestais, é obter um mapa planimétrico, sobre o qual são adicionados os dados florestais das fotografias aéreas.

O método mais moderno é o mapeamento computadorizado. Neste método, os dados do mapa são digitalizados, isto é, convertidos para a forma digital e armazenados em um computador. O mapeamento computadorizado exige uma grande quantidade inicial de recursos financeiros, para a digitalização dos dados. Porém, esta

desvantagem é compensada por muitas vantagens em operações subseqüentes, como: os mapas podem ser facilmente atualizados; eles podem ser produzidos em qualquer escala desejada; as áreas dos povoamentos e outros aspectos de interesse podem ser calculados rapidamente, as unidades de medida podem ser mudadas; e os dados do mapa podem ser associados, facilmente, com dados de outras fontes, como por exemplo, dados de parcelas de campo.

Mapeamento computadorizado foi usado nos inventários do Serviço Florestal de British Columbia (HEGYI, 1980). Mapas convencionais de tipos florestais foram digitalizados, usando-se mesas digitalizadoras. Os dados resultantes foram armazenados em computador e usados para determinar áreas, resumir dados e executar outros cálculos. Outro uso do mapeamento computadorizado tem sido apresentar dados florestais resumidos, sobre mapas. Neste caso, dados florestais detalhados são resumidos por redes de células, as quais podem ser polígonos de qualquer tamanho, com limites especificados. Os limites destas redes de células e os dados florestais pertencentes à cada célula são armazenados em computador. Um plotter controlado pelo computador é usado para a elaboração de mapas de vários atributos florestais.

No sistema de mapeamento e informação desenvolvido para o território de Yukon, os dados foram resumidos e mapeados por células de 25 km², referidas à rede Universal Transverse Mercator (U.T.M.). Um aspecto novo do sistema é que o mapeamento foi feito por um sistema de análise de imagens, normalmente usado para analisar imagens de satélite (LEE *et alii*, 1978).

Outro sistema de mapeamento e manuseio de dados resumidos foi desenvolvido para manusear dados de recursos florestais a nível nacional, os quais foram obtidos principalmente das agências florestais provinciais. Os dados foram resumidos por rede de células, as quais podiam ser folhas de mapa, municípios, unidades de manejo, ou qualquer outra célula maior que 100 km². O mapeamento foi feito por meios convencionais, usando-se uma mesa digitalizadora para a entrada de dados e um plotter para a saída dos mesmos. O manuseio dos dados foi feito por um sistema de manejo de dados, o qual permitia saídas flexíveis e interativas de dados tabulares (BONNOR, 1978 b).

3.2.2.4.4. *Computação e manuseio de dados*

Conforme BONNOR (1982 p. 206), os inventários florestais no Canadá foram realizados com auxílio de computadores, embora o grau e sofisticação do uso variou consideravelmente. Os computadores foram usados tão somente para armazenar dados, ou para gerar, editar, resumir e recuperar dados e produzir tabelas e mapas.

A província de Alberta desenvolveu um sistema sofisticado de manuseio de dados de inventário. Além da entrada de dados e edição de funções, o sistema preparava a atualização das informações. Podia também gerar, rapidamente, relatórios com formato pré-fixado e selecionar povoamentos a serem explorados, de acordo com as prioridades estabelecidas pelos manejadores (LOWE, 1980).

Em New Brunswick, um modelo de simulação de suprimento de madeira e de manejo da produtividade florestal vêm sendo desenvolvido, cujos dados, para aplicação a nível de província, vêm sendo obtidos.

A determinação das áreas dos povoamentos, sobre mapas de tipos florestais, é uma tarefa morosa e onerosa em inventários florestais. Muitas pesquisas tem sido realizadas, visando encontrar um método substituto para a contagem manual de pontos. Duas províncias implementaram novos procedimentos baseados em computador. Em Saskatchewan, o procedimento de contagem de pontos foi mantido, mas semi-automatizado: uma rede de pontos era sobreposta ao mapa de tipos florestais, o qual era colocado em uma mesa digitalizadora, e cada ponto no povoamento era identificado com um estilo. A contagem de pontos, por povoamento, era então entrada no computador e a área determinada automaticamente. Em Manitoba, o procedimento de contagem de pontos foi substituído pela digitalização dos limites dos povoamentos. Os dados resultantes foram usados, no computador, para calcular as áreas.

Os procedimentos de mapeamento computadorizado discutidos no item 3.2.2.4.3 eram estreitamente associados com os sistemas computadorizados de manuseio de dados. Isto facilitou o resumo e combinação de dados de mapas e trabalho de campo, bem como a produção de saídas tabulares e mapas. Os sistemas descritos

anteriormente para o território de Yukon, para a província de Alberta, e para o manuseio de dados de recursos florestais a nível nacional, foram chamados de Sistemas de Manejo de Dados. Eles constituem sistemas interativos capazes de armazenar, recuperar, apresentar na tela e tabular dados disponíveis dos recursos. Os dados são, em geral, armazenados em bancos de dados “on-line”. A principal vantagem destes sistemas é a produção rápida de resumos de dados e tabelas.

Os dados de inventário do Canadá tem sido colocados à disposição do público. O custo e tempo requerido para obter um conjunto específico de dados depende muito da sofisticação dos sistemas de manuseio de dados.

3.2.2.4.5. *Novas exigências*

Segundo BONNOR (1982 p. 207), a atividade florestal no Canadá encontra-se em uma encruzilhada. O suprimento de madeira economicamente acessível, de alta qualidade, está se tornando insuficiente para satisfazer as demandas. Por outro lado, crescem as pressões para recreação, mineração e outras atividades nas florestas. Deste modo, o Canadá não pode explorar seus recursos florestais a esmo. São requeridos planejamentos intensivos e manejo florestal, baseados em dados mais detalhados e acurados, não apenas para acessar os recursos existentes, mas também para monitorar as mudanças nos recursos. Eles não devem referir-se apenas à madeira, mas ao uso múltiplo dos recursos florestais. Outras exigências resultam da necessidade de mudanças na utilização da madeira, como fonte de energia, por exemplo, onde são necessários dados sobre biomassa florestal. Estas novas exigências obrigam os inventários florestais do Canadá a desenvolver procedimentos adequados para satisfazê-las, como os apresentados a seguir.

3.2.2.4.6. *Dados de mudanças*

Os dados de mudança podem ser classificados em dois grupos: *acrécimo*, que inclui o crescimento das árvores e o aumento da área florestal; e *redução*, que

inclui a exploração, insetos, doenças e incêndios. As perdas de área florestal para agricultura, ou outro uso não florestal, também devem ser consideradas. A coleta de dados sobre mudanças, de um modo geral, tem recebido pouca atenção. No passado, não foi feito nenhum esforço sistematizado para integrar esses dados nos inventários de manejo. Contudo, foram obtidos alguns registros para atributos específicos.

Entre os atributos que receberam maior atenção, destacam-se os incêndios florestais, para os quais foram preparados, anualmente, resumos provinciais e nacional. A população tem sido bem informada sobre os incêndios florestais e as áreas atingidas, talvez até em demasia. Estimativas do Serviço Florestal Canadense, em 1979, indicaram que as perdas devido a insetos e doenças excederam, em muito, aqueles devido aos incêndios. Outro atributo de redução, para o qual dispõe-se de bons registros, é o volume de madeira explorado anualmente. Para todos os outros tipos de dados de mudança, as informações têm sido insuficientes (BONNOR, 1982 p.207-208).

Em British Columbia, o Serviço Florestal Provincial vem implementando um programa para avaliar mudanças anuais dos recursos florestais. As fontes de dados incluem imagens de satélite, fotografias aéreas e trabalho de campo. New Brunswick desenvolveu um programa similar. Também, o Serviço Florestal Canadense, em cooperação com Agências Florestais Provinciais vem desenvolvendo um plano para a acumulação sistemática de dados de mudanças, em âmbito nacional.

3.2.2.4.7. Inventários integrados dos recursos florestais

O uso predominante dos recursos florestais do Canadá é para produção de madeira. Por isso, os inventários florestais têm sido destinados a fornecer informações para esse propósito. Como citado anteriormente, crescem as pressões para outros usos não destrutivos das florestas, como recreação, proteção da fauna e manejo de bacias hidrográficas. Conseqüentemente, parece lógico modificar os procedimentos de inventário, visando fornecer informações para os vários propósitos de um inventário integrado de recursos. Para isto, vários problemas precisam ser superados. Um deles é

o desconhecimento das informações requeridas para propósitos de uso não destrutivo das florestas. Outro problema, é a transferência deste conhecimento aos técnicos florestais. Um passo nesta direção foi dado em um “workshop” realizado em 1975, onde trabalhos sobre uso da terra, recreação, fauna e manejo de bacias hidrográficas foram apresentados para um plenário composto, em sua maioria, por técnicos da área florestal (THIE *et alii*, 1975; EULER, 1975; CRESSMAN, 1975). Um terceiro problema é o desenvolvimento e teste de um esquema efetivo de inventário. Poucos esforços têm sido dirigidos ao desenvolvimento de inventários integrados de recursos no Canadá. Em British Columbia, a legislação atribui a responsabilidade do levantamento das áreas de pastagem ao Serviço Florestal, induzindo a uma medida de integração. Em Nova Scotia, técnicos florestais provinciais têm reunido especialistas de fauna, para levantar suas necessidades de dados. Nenhum desenvolvimento tem sido relatado em outras províncias. Isto demonstra que inventários integrados de recursos tem baixa prioridade no Canadá. Até que o nível de manejo florestal e a pressão sobre os recursos florestais para usos não destrutivos aumente, é improvável que esta situação mude (BONNOR, 1982 p.208).

3.2.2.4.8. *Biomassa florestal*

De acordo com BONNOR (1982 p.208), a madeira contribui com cerca de 4% do suprimento de energia do Canadá. Os recursos florestais disponíveis são suficientes para aumentar consideravelmente esta contribuição. Todavia, são requeridas melhores informações, incluindo a necessidade de definir a quantidade, forma e localização da biomassa florestal, para que isto aconteça. Em termos práticos, isto significa o inventário de biomassa florestal do Canadá. Tal inventário é muito semelhante aos inventários correntes de volume. As maiores diferenças constituem a substituição das equações de volume pelas equações de biomassa das árvores, e a necessidade de incluir a vegetação considerada inadequada para produção de madeira serrada convencional e celulose.

Praticamente todo o trabalho de biomassa florestal no Canadá tem sido

empreendido pelo governo federal, através do programa Energia da Floresta (ENFOR). Este programa incluiu dois segmentos organizacionais distintos: *Produção de Biomassa*, relacionado ao suprimento de matéria-prima, e *Conversão de Biomassa*, relacionado com a transformação de biomassa florestal em energia, combustível preparado, ou energia química intensiva. O segmento produção de biomassa do ENFOR é administrado pelo Serviço Florestal Canadense. Uma de suas principais tarefas, no início da década de 80, foi desenvolver equações de biomassa para as árvores. Estas equações foram aplicadas aos dados dos inventários provinciais, obtendo-se dados de biomassa. Em 1984, concluiu-se a primeira avaliação de biomassa florestal do Canadá.

3.2.2.5. Principais aspectos do inventário florestal nacional do Canadá

a) O Canadá não possui um inventário florestal único e uniforme em todo o país, uma vez que as 10 províncias canadenses têm completa jurisdição e controle sobre as áreas florestais situadas em seus territórios. Por isso, cada província tem realizado seus inventários florestais de modo mais ou menos independente, embora existam similaridades metodológicas advindas do apoio técnico e financeiro oferecidos pelo governo federal na fase inicial dos inventários. As informações e estatísticas nacionais são compiladas pelo Serviço Florestal Canadense a cada 5 anos, desde 1960, a partir dos inventários provinciais. Essa compilação enfrenta alguns problemas ao reunir dados de inventários independentes, para serem usados nas decisões nacionais;

b) Os procedimentos de inventário foram diferenciados para áreas remotas, florestas de produção e florestas de uso intensivo;

Na maioria das províncias, os inventários foram realizados através da amostragem estratificada, usando-se fotografias aéreas para identificar e mapear os estratos florestais e levantamento de campo para obter estimativas detalhadas de cada estrato. Os métodos de amostragem comumente usados foram pontos amostrais com fator de área basal 2 e parcelas de área fixa, quadrada e circular, com áreas de 0,02 a 0,04 ha. O crescimento das florestas foi estimado através de parcelas permanentes e

tabelas de produção normais. Estes inventários foram repetidos a cada 10 a 20 anos, sendo mais freqüentes nas áreas sujeitas a incêndios, exploração e outras atividades humanas.

c) O desenvolvimento do sensoriamento remoto no Canadá tem se concentrado nas aplicações florestais de imagens de satélite, fotografias aéreas de grande escala e filmes fotográficos;

d) As fotografias aéreas de escala média (1:10.000 a 1:50.000) foram usadas para delinear e classificar áreas florestais e as de escala grande (1:500 a 1:10.000) substituíram os trabalhos de campo de alto custo, especialmente em áreas remotas e inacessíveis. Sobre estas fotografias aéreas podiam ser identificadas e medidas árvores individuais, estimados os seus volumes e das parcelas amostrais;

e) Os mapas florestais, na maioria das províncias, foram elaborados através do método tradicional, ou seja, os dados da fotointerpretação foram adicionados a um mapa planimétrico. Contudo, sistemas de mapeamento computadorizados encontram-se em avançado estágio de desenvolvimento, inclusive já em uso na província de British Columbia, onde os mapas de tipos florestais foram digitalizados, os dados armazenados em computador, facilitando a determinação de áreas, o resumo de dados em redes de células e a execução de outros cálculos;

f) O enfoque principal do inventário florestal nacional do Canadá tem sido a produção de madeira. No entanto, crescem as pressões para outros usos não destrutivos das florestas, como recreação, proteção da fauna e manejo de bacias hidrográficas. Por isso, os procedimentos de inventário estão sendo modificados, embora lentamente, visando transformá-lo em um inventário integrado de recursos;

g) O governo federal realiza um inventário de biomassa florestal, a partir dos dados dos inventários provinciais, substituindo as equações de volume pelas de biomassa das árvores e incluindo a vegetação considerada inadequada para produção de madeira serrada convencional e celulose.

3.3. EXPERIÊNCIA DA AMÉRICA LATINA

A experiência da América Latina é apresentada através da descrição do Inventário Florestal Nacional do México e do primeiro Inventário Florestal Nacional do Brasil.

3.3.1. Inventário florestal nacional do México

3.3.1.1. *Introdução*

Segundo VILLA SALAS & DELOYA (1978 p.601), a República Mexicana possui uma extensão de 1,96 milhões de km². Desta área, cerca de 23% é coberta por diferentes tipos florestais. Entre os tipos mais importantes destacam-se:

a) *Coníferas* - distribuídas sobre uma área de, aproximadamente, 24 milhões de hectares, basicamente em áreas de montanhas, cujas altitudes variam de 1.000 a 3.500 m.

b) *Madeiras duras temperadas* - ocorrem em altitudes que variam de 900 a 2.500 m, associadas com coníferas, ou povoamentos puros e mistos de folhas largas.

c) *Madeiras duras tropicais* - ocorrem no sudeste do México e nas planícies da costa do Pacífico e Golfo do México.

De acordo com a DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL (1975 p.5), apesar do enorme valor potencial dos maciços florestais do país, seu aproveitamento era muito limitado até a década de 60. Entre os fatores responsáveis pela limitada participação dos recursos florestais na atividade econômica nacional destacavam-se: legislação inadequada, risco do investimento, falta de infra-estrutura, dificuldade para a obtenção de autorizações de aproveitamento, etc. No entanto, um dos fatores mais importante era a falta de informações sobre a magnitude dos recursos florestais, particularmente de sua extensão superficial, distribuição, composição e existência de madeiras.

3.3.1.2. *Antecedentes*

Em 1960, de acordo com a DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL (1975 p.6), o Governo Federal Mexicano solicitou a cooperação do FAO para a condução do Inventário Florestal Nacional. Desta maneira, pouco depois, o país iniciava a tarefa de quantificar a magnitude dos recursos florestais. A falta de infra-estrutura adequada ao trabalho constituiu o primeiro obstáculo. Não havia pessoal técnico especializado na área de inventários florestais e a cartografia era deficiente.

Em 1965, face a conclusão do convênio com a FAO, foi criada a Dirección General del Inventario Nacional Forestal, vinculada a Subsecretaria Forestal y de la Fauna, com a incumbência de executar o inventário florestal nacional do país.

A partir de 1982, a avaliação dos recursos florestais do país passou a ser feita pelo Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (BERMUDEZ, 1982 p.48).

3.3.1.3. *Objetivos*

O objetivo geral do inventário florestal nacional do México tem sido fornecer as informações básicas necessárias para o desenvolvimento de atividades florestais no país. Este propósito amplo compreende ações detalhadas, entre as quais, segundo VILLA SALAS & DELOYA (1978 p.602), destacam-se:

- a) O programa federal de reflorestamento;
- b) O estabelecimento de políticas de proteção florestal;
- c) A definição de práticas florestais para as regiões florestais mais importantes;
- d) O estabelecimento de áreas recreacionais, parques nacionais, reservas florestais e de fauna.

O inventário florestal nacional oferece suporte técnico a esses programas, através de dados estatísticos, mapas e gráficos.

3.3.1.4. *Organização administrativa*

A administração do inventário florestal nacional tem sede na cidade do México, e é integrada por uma Delegação Administrativa e seis Departamentos, como segue (DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL, 1975 p.8):

- a) Atividades de Campo
- b) Cartografia Florestal
- c) Estatística e Processamento de Dados
- d) Estudos Especiais e Assessoria Técnica
- e) Apresentação de Resultados
- f) Serviços Gerais

O primeiro passo, para a condução do inventário florestal nacional, foi a definição das regiões ou zonas florestais. Esta atividade foi feita, mediante a análise de mapas disponíveis e complementada com informações obtidas através de reconhecimentos aéreo e terrestre. Desse modo, o país foi dividido em 7 regiões ou zonas florestais.

A intensificação das atividades exigiu a descentralização dos trabalhos, criando-se escritórios regionais em todo o país.

Para a consecução das metas do inventário florestal nacional, os trabalhos foram desenvolvidos de acordo com quatro programas principais: Inventário Florestal Convencional, Inventário Florestal Contínuo (IFC), Cadastro Florestal e Divisão de Imóveis, e Banco de Informações Florestais.

De acordo com VILLAS SALAS & DELOYA (1978 p.602), o inventário florestal nacional compreende dois tipos básicos de inventários florestais: inventários temporários e inventários contínuos.

3.3.1.5. *Inventário florestal convencional*

O inventário florestal convencional é do tipo temporário e realizado visando

os seguintes objetivos (DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL, 1975 p.13):

- a) Quantificar a superfície florestal do país, especificada a nível regional e de acordo com os tipos de estratos mais importantes;
- b) Avaliar a quantidade de madeira existente nas florestas nativas e plantadas, em suas diferentes condições e modalidades;
- c) Estimar o ritmo de crescimento das florestas plantadas;
- d) Conhecer os problemas que afetam os maciços florestais e a quantificação dos danos que exercem os agentes adversos aos mesmos;
- e) Formular recomendações, com base nos dados obtidos, a fim de gerar projetos de industrialização dos recursos florestais.

3.3.1.5.1. *Metodologia*

Neste programa, aplicou-se dois tipos de metodologias: a primeira, para a obtenção de estatísticas relativas aos maciços florestais de cada unidade federativa; e a segunda, para a elaboração do mapa florestal correspondente.

Essas duas metodologias foram aplicadas na execução das seguintes etapas do trabalho (DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL, 1975 p.14):

a) Planejamento

Tinha por objetivo obter os materiais e informações preliminares necessários ao estudo, assim como o preparo do projeto de trabalho. Especificou as atividades a serem desenvolvidas e programou o tempo necessários para a execução.

b) Coleta dos dados de campo

Esta etapa visou obter valores resultantes de medições e observações das

populações florestais em estudo, através de técnicas de amostragem.

A metodologia de coleta de dados diferiu de acordo com as características das florestas. Conforme VILLA SALAS E DELOYA (1978 p.603), nos inventários temporários foram aplicados dois procedimentos de amostragem: um para as florestas tropicais e outro para as florestas temperadas.

- Florestas tropicais

O esquema básico de amostragem aplicado nestas florestas foi um arranjo sistemático de conglomerados quadrados, que cobria completamente a área florestal. A distância de um conglomerado a outro dependia da intensidade de amostragem, mas, em geral, variava de 3 a 5 km.

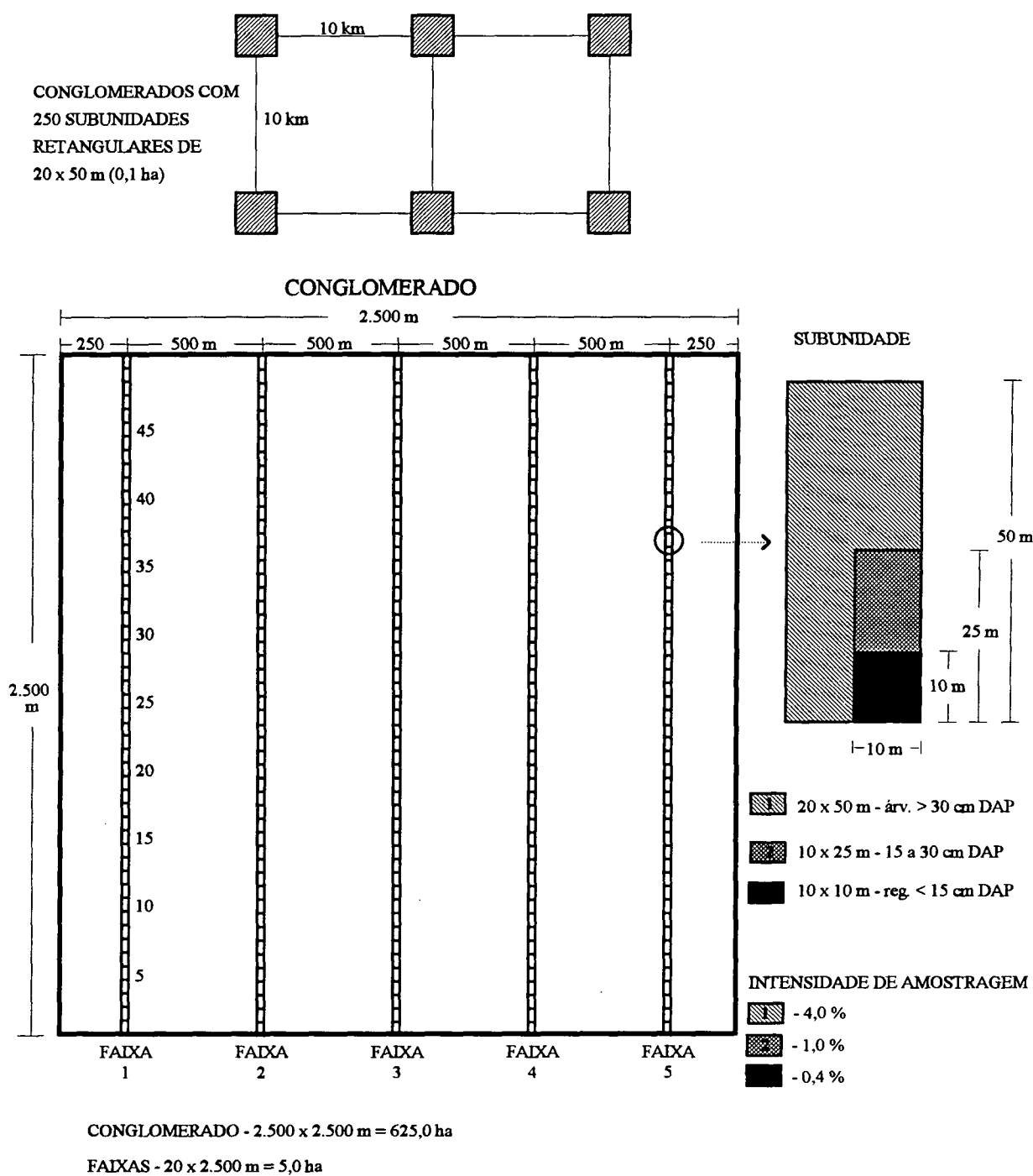
Segundo BERMUDEZ (1982 p.48), as unidades amostrais foram distribuídas em quadros ou conglomerados de diferentes tamanhos, utilizando-se 9, 25, 100 e 150 subunidades por conglomerado.

Conforme a DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL (1975 p.15) nas florestas tropicais, empregou-se conglomerados quadrados, com 2.500 m de lado, distribuídos a cada 10 km. O conglomerado era constituído de 250 subunidades, distribuídas em 5 faixas eqüidistantes de 500 m, sendo a primeira marcada a 250 m do início do conglomerado. A faixa possuía 20 m de largura, e era dividida em 50 subunidades de 20 x 50 m (1.000 m²). Em cada subunidade, mediu-se todas as árvores com diâmetro maior que 30 cm. A subunidade apresentava ainda, duas subdivisões para o levantamento dos diâmetros inferiores e regeneração natural: na primeira, com 10 x 10 m (100 m²), levantou-se a regeneração natural, considerando as árvores e arvoretas com DAP menor que 15 cm; na segunda, com 10 x 25 m (250 m²), foram levantadas as árvores com diâmetro entre 15 e 25 cm, como mostra a figura 11.

Em cada subunidade, foram realizadas várias medições e observações, tanto internamente como do local. Entre as informações registradas para cada árvore, destacam-se as seguintes: nome comum, unidade taxonômica, diâmetro com casca,

altura total e comercial (fuste limpo) e sanidade.

FIGURA 11: Esquema amostral no IFN do México para florestas tropicais.



Da mesma forma, foram coletadas informações ecológicas e silviculturais, incluindo dados do estoque de crescimento (regeneração), características edáficas, etc.

Com o objetivo de estimar o crescimento das florestas plantadas de coníferas, foram extraídos cilindros de incremento das espécies coníferas, em cada uma das subunidades, além de outras informações complementares.

Finalmente, através do dendrômetro de Barr & Stroud, mediu-se um determinado número de árvores-amostras, divididas em toras imaginárias, para sua cubagem volumétrica. Estes dados foram utilizados para a elaboração de tabelas de volume aplicadas às espécies mais importantes.

- Florestas temperadas

As florestas temperadas ocorrem, comumente, ao longo das cadeias de montanhas: Sierra Madre Occidental, no oeste, Sierra Madre Oriental, no leste, Eje Neovolcánico, na região central, e Sierra Madre del Sur, ao Sul, são as mais importantes. Os componentes taxonômicos dos povoamentos naturais são *Pinus* spp., *Quercus* spp., *Abies* spp., *Juniperus* spp., e várias outras espécies de coníferas e madeiras duras. As áreas altitudinais variam de 900 a 3.500 m. A topografia nestas áreas é, em geral, abrupta e a rede de estradas é deficiente, ou muito limitada.

De acordo com a natureza e as limitações encontradas nestas áreas, o estabelecimento de conglomerados sistemáticos equidistantes provou ser muito prático. As subunidades foram estabelecidas em intervalos regulares de distância ao longo de linhas equidistantes dentro de cada conglomerado. As subunidades eram de forma circular, cujo tamanho mais comum foi 1.000 m².

Conforme BERMUDEZ (1982 p.48), nas florestas de clima temperado frio, empregou-se subunidades circulares de 0,1 ha, traçadas mediante um raio de 17,84 m, medido com um cabo que contemplava as correções de declividade.

Nas florestas temperadas, de modo similar às tropicais, foram registrados dados relativos às espécies ou grupo taxonômico, DAP, altura (total e comercial) e sanidade. Também foram registrados dados relativos à quantidade e distribuição da regeneração natural e condição ecológica do sítio.

c) Elaboração de mapas florestais

Segundo BERMUDEZ (1982 p.54) os mapas florestais foram elaborados com base em fotografias aéreas pancromáticas branco e preto, escalas 1:10.000 até 1:80.000; fotografias coloridas em escalas 1:25.000 até 1:80.000; e imagens de satélite na escala 1:250.000. As imagens de satélite foram utilizadas para o mapeamento de áreas não cobertas por fotografias aéreas e para atualizar as cartas florestais.

De acordo com a DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL (1975 p.18), concomitantemente a série de cálculos e estimativas numéricas realizadas no Departamento de Estatística e Processamento de Dados, os Departamentos de Cartografia e Apresentação de Resultados se encarregaram de elaborar o mapa florestal de cada entidade federativa estudada.

Estes mapas foram apresentados de acordo com as seguintes características: mapa florestal fracionado, em escala 1:100.000, construído em projeção U.T.M.; mapas florestais de um estado, geralmente, em escala 1:500.000. Como mapas complementares, foram elaborados os seguintes: índices de material aerofotográfico empregado na construção dos mapas, diagramas com a localização das áreas amostradas e esquemas de amostragem, diagrama de localização das folhas que formam o mapa florestal, diagramas de zoneamento, mapas com informações gerais, tais como vias de acesso, povoados, hidrografia, divisão municipal, etc..

As principais atividades envolvidas na construção de um mapa florestal foram as seguintes: construção ou adoção de um mapa base, fotointerpretação, restituição, e elaboração do mapa definitivo.

d) Processamento dos dados

As informações coletadas no campo foram processadas no Departamento de Estatística e Processamento de Dados, obtendo-se os resultados finais. Os programas utilizados foram elaborados no próprio Departamento, bem como a medição de superfícies, através da contagem de pontos sobre cópias das cartas florestais.

e) Resultados obtidos

Alguns dos resultados obtidos, para cada entidade federativa, foram os seguintes: superfície florestal e estocada (ha), separada por estrato; existências volumétricas (m^3), por estrato e região geográfica; crescimento volumétrico (m^3) de coníferas, nos estratos mais importantes, a nível regional.

f) Interpretação dos resultados e elaboração de relatórios

Os resultados foram analisados minuciosamente. Uma vez interpretados, foram publicados e divulgados em todos os setores da nação, interessados na informação resultante. Além destes relatórios, foram elaborados outros trabalhos de caráter técnico e informativo, como memórias sobre reuniões, Notas I.N.F., etc.

3.3.1.6. *Inventário florestal contínuo (IFC)*

As atividades do inventário florestal contínuo tiveram início em 1972, em áreas florestais do estado de Chihuahua, que não tinham sido objeto de termos de concessão de madeira.

O inventário florestal contínuo permitiu atualizar a magnitude dos recursos florestais do país e conhecer a dinâmica desses recursos com o tempo, para apoiar as ações de manejo (BERMUDEZ, 1982 p.51).

3.3.1.6.1. *Objetivos*

Segundo a DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL (1975 p.24), os objetivos do inventário florestal contínuo foram os seguintes:

- a) Conhecer, com precisão, as mudanças que ocorrem dentro das áreas

florestais, através do tempo, assim como os fenômenos que ocasionam tais mudanças;

b) Conhecer, de forma permanente, as características dinâmicas dos recursos florestais, tanto em suas características intrínsecas, como nas alterações que sofrem devido a diversos fatores.

3.3.1.6.2. Metodologia

De acordo com a DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL (1975 p.24) os procedimentos de trabalho empregados neste programa, foram similares aos do inventário florestal convencional, mas com as seguintes variações:

a) As unidades amostrais tinham forma circular, com uma área de 1.000 m² e apresentavam duas subunidades concêntricas: a maior com 400 m² e a menor 80 m². Estas unidades eram permanentes e remedidas a cada 5 anos. As unidades foram distribuídas em conglomerados quadrados de 5 x 5 km, contendo, cada conglomerado, 25 unidades circulares, como mostra a figura 12.

b) As medições e observações de campo eram numerosas e efetuadas com o maior cuidado possível. Os dados registrados em cada unidade eram de duas classes: os que se utilizava para um melhor controle da coleta e manejo das informações e aqueles utilizados para avaliar as características dos povoamentos, como volumes, espécies, regeneração, incidência de danos, etc.

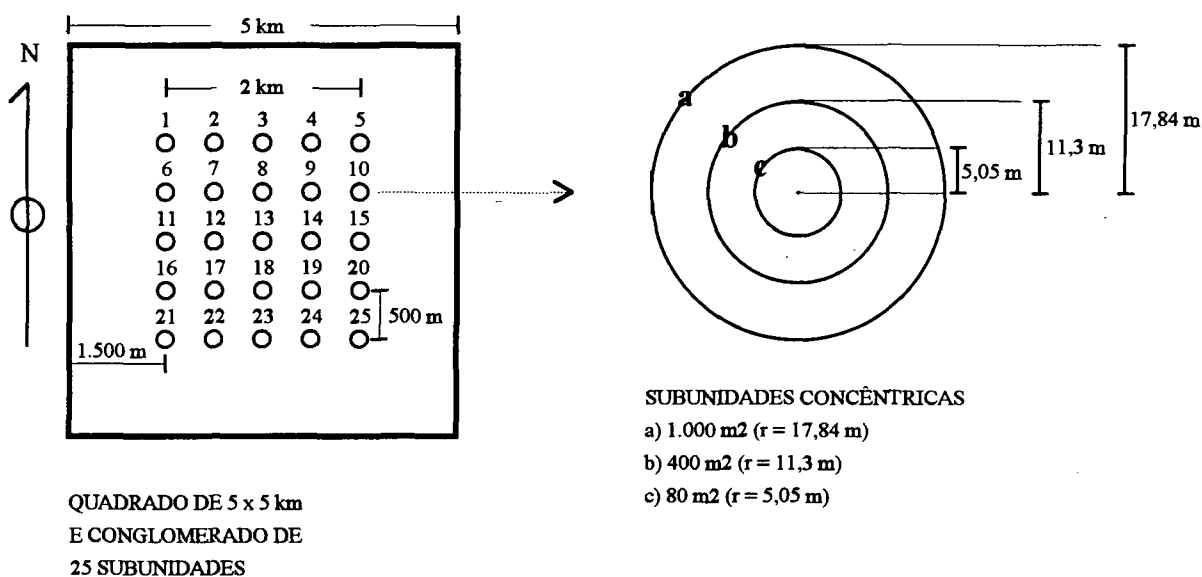
Segundo BERMUDEZ (1982 p.52), nas florestas de clima temperado frio, os dados registrados em cada subunidade foram os seguintes:

- Subunidade de 1.000 m²: número da árvore e sua localização na subunidade através de rumo e distância, espécie, DAP maior ou igual a 15 cm, espessura da casca, altura total, qualidade do tronco, vigor, forma, danos, idade, ecologia;

- Subunidade de 250 m²: número de ordem da árvore, espécie, diâmetro normal (DAP) entre 5 e 14,5 cm, altura total, vigor, forma, danos, silvicultura.

- Subunidade de 50 m²: categoria de altura maior ou igual a 0,5 m até árvores com 5 cm de DAP, frequência por gênero, aspectos ecológico-silviculturais.

FIGURA 12: Esquema de amostragem empregado no inventário florestal contínuo do México.



c) Os resultados obtidos proporcionaram informações de grande utilidade para a utilização industrial da madeira existente nos povoamentos.

d) Os dados de campo foram processados em sistemas especialmente preparados, assegurando confiabilidade e utilidade das informações para o manejo florestal.

Segundo VILLA SALAS & DELOYA (1978 p.605), estudos experimentais vêm sendo realizados, visando a utilização do método de amostragem 3-P no inventário florestal contínuo. A Unidade Florestal de Tutuaca, no Estado de Chihuahua tem obtido resultados satisfatórios na aplicação de esquemas de amostragem em dois estágios, combinando fotografias aéreas e subunidades 3-P. Outro estudo em desenvolvimento visa a aplicação da amostragem com repetição parcial.

3.3.1.6.3. Resultados obtidos

O inventário florestal contínuo representa uma concepção moderna no campo

da quantificação florestal. Seus resultados permitem uma compreensão mais clara e objetiva do que acontece dentro dos povoamentos e as razões de sua ocorrência.

Entre os resultados mais importantes fornecidos pelo inventário florestal contínuo, a DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL (1975 p.26) destaca os seguintes:

a) Estimativas confiáveis e precisas do crescimento periódico líquido; volumes de madeira perdida por mortalidade natural, por aproveitamentos autorizados, por explorações ilegais e por agentes perturbadores, tais como incêndios, pragas, enfermidades, ventos, etc..

b) Quantidade da incorporação (frequência e volume dos indivíduos que, por crescimento natural, alcançavam dimensões comerciais).

c) Mudanças ocorridas na estrutura e composição dos povoamentos e florestas nativas, através do tempo.

3.3.1.7. *Cadastro florestal*

Em várias regiões do país, importantes extensões florestais ficavam à margem da produção, por desconhecimento dos recursos florestais existentes nestas áreas. A necessidade de superar este problema, motivou a criação do Programa de Cadastro Florestal, visando conhecer o tipo de propriedade existente, tendo presente que suas características eram altamente mutáveis, assim como o uso da terra.

3.3.1.7.1. *Objetivos*

Conforme a DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL (1975 p.28) os objetivos deste programa foram os seguintes:

a) Elaborar mapas estabelecendo os limites e a localização dos diferentes imóveis florestais de cada unidade federativa;

b) Obter as seguintes informações básicas de cada um dos imóveis delimitados: tipo de propriedade, nome do proprietário (nos casos de propriedade

particular), superfície do imóvel, condições de uso, informações relevantes sobre o recurso florestal existente.

3.3.1.7.2. *Metodologia*

A metodologia utilizada no programa de Cadastro Florestal, conforme a DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL (1975 p.29), foi a seguinte:

a) Planejamento

O planejamento constituiu uma das fases mais importantes do trabalho, uma vez que dela dependia a realização do projeto e a definição dos objetivos e finalidades. Nesta fase, definiu-se as áreas de trabalho, o material necessário, principalmente cartográfico, a necessidade de pessoal, de recursos financeiros, de equipamentos e a programação de atividades.

b) Atividades de campo

Os trabalhos relativos a este programa foram executados por equipes preparadas para desenvolver as seguintes atividades:

a) Recorrer as áreas a serem trabalhadas, acompanhados por pessoas da região, reconhecendo no campo as divisas que limitavam os imóveis florestais;

b) Localizar o imóvel em fotografias aéreas, geralmente na escala 1:50.000, indicando as divisas e os vértices que as definiam;

c) Elaborar um diagrama preliminar, assinalando a forma, as características e a localização do imóvel;

d) Obter informações gerais de cada imóvel, como: nome do proprietário, superfície, uso do solo, etc..

c) Atividades cartográficas

As atividades cartográficas foram desenvolvidas no escritório, envolvendo as seguinte tarefas:

- Transferência dos dados registrados sobre o material fotográfico, no campo, à planos base construídos em projeção U.T.M., na escala 1:50.000;
- Transcrição, para os planos base, das informações contidas no mapa florestal elaborado durante o inventário florestal da entidade correspondente;
- Cadastro dos imóveis em estudo, com base nos tipos de vegetação existentes e seus índices de avaliação e qualificação correspondentes.

3.3.1.7.3. *Resultados obtidos*

Os resultados deste programa foram os mapas de divisão de imóveis e florestas, assim como as listas de informações cadastrais correspondentes a cada uma das regiões florestais do país, por município e imóvel.

3.3.1.8. ***Banco de informações florestais***

Um dos problemas graves dos países em desenvolvimento é a escassez de estatísticas ou a deficiência que apresentam as existentes. O problema torna-se ainda mais grave em algumas áreas de atividade, como é o caso do setor florestal.

A necessidade de contar com as informações quantitativas reclamadas pela silvicultura, a indústria, o comércio e administração florestais estimulou a criação, em 1972, do Banco de Informações Florestais.

3.3.1.8.1. *Objetivos*

O Banco de Informações Florestais é um sistema estatístico de captação, processamento e difusão de informações das atividades do setor florestal. Seu principal

objetivo foi proporcionar informações contínuas, atualizadas e confiáveis das atividades deste setor (DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL, 1975 p.32).

3.3.1.8.2. *Metodologia*

Para a consecução dos objetivos, os trabalhos foram desenvolvidos visando captar todos os dados que conduziam à obtenção das estatísticas relevantes do país, tanto em matéria de aproveitamento, como de proteção, reflorestamento, exportações, importações, comercialização, etc., dos produtos florestais (DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL, 1975 p.32). A mecânica do trabalho implicou em fases como o planejamento, captação de dados bibliográficos e documentos legais, assim como a coleta de informações diretas, através de pesquisadores bem preparados.

Este programa trabalhou com os seguintes projetos:

a) Catálogo de aproveitamentos florestais

O objetivo deste projeto era obter e difundir as estatísticas básicas dos aproveitamentos florestais do país, visando auxiliar o controle e supervisão por parte das autoridades; facilitar a regulamentação do mercado de produtos florestais; fornecer informações básicas para o planejamento dos aproveitamentos atuais e futuros; contribuir para a programação do desenvolvimento industrial; fornecer informações às autoridades para facilitar a arrecadação fiscal do setor florestal e auxiliar no desenvolvimento do setor agrário.

b) Padrão da atividade florestal

Este projeto tinha por objetivo avaliar os recursos humanos do setor florestal oficial do país, visando ser um auxiliar administrativo, simplificar a integração de

peçoal idôneo para os programas em desenvolvimento, e para o planejamento de programas de capacitação e educação.

c) Catálogo de espécies florestais

Projeto desenvolvido com o objetivo de obter e divulgar informações estatísticas confiáveis, referentes as espécies florestais do país, sua importância atual e potencial, sua distribuição, utilização e os problemas que enfrentam.

As finalidades deste programa foram: reestruturar, sobre bases mais realistas, programas nacionais para o aproveitamento, conservação e fomento das espécies florestais mais importantes do país, e orientar a investigação econômica, social e técnico-científica.

d) Catálogo de produtos florestais

Desenvolvido com o objetivo de uniformizar critérios, a fim de sistematizar o manejo de dados estatísticos relacionados com os produtos florestais.

e) Padrão das indústrias florestais

Este projeto foi desenvolvido com o objetivo de elaborar estatísticas básicas da produção das indústrias florestais, visando programar e controlar a produção industrial; planejar o desenvolvimento industrial; regular o mercado nacional, estabelecer um controle fiscal e de importações.

f) Catálogo da fauna silvestre

Projeto desenvolvido com o objetivo de criar e divulgar informações fidedignas sobre as espécies que constituem a fauna silvestre do país, sua importância atual e potencial, sua contribuição, utilização e problemas que enfrentam, visando

auxiliar as autoridades encarregadas da administração da fauna silvestre, bem como o planejamento de programas de conservação e proteção de espécies faunísticas, e elaboração de estatísticas de produção.

g) Catálogo de imóveis florestais

Este projeto tinha por objetivo determinar as características naturais, econômicas e sociais de cada imóvel e sua evolução, visando avaliar os terrenos florestais e seus recursos, planejar a integração dos aproveitamentos, auxiliar no controle fiscal e no desenvolvimento do setor agrário.

h) Catálogo de maquinaria e equipamentos da indústria florestal

Este projeto foi desenvolvido com o objetivo de criar e divulgar informações estatísticas confiáveis sobre as características das máquinas e equipamentos existentes na indústria florestal do país, sua utilização, custos, eficiência e problemas surgidos em seu emprego, visando incrementar a eficiência das indústrias florestais, para apoiar outros sistemas e manter atualizada a informação de características, imóveis e disponibilidade.

i) Catálogo de danos à vegetação florestal

O último projeto tinha por objetivo elaborar estatísticas de danos à vegetação, visando auxiliar a quantificação de superfícies florestais danificadas, a identificação dos agentes causadores dos danos à vegetação, e a definição de programas de proteção e conservação de espécies florestais.

3.3.1.8.3. *Resultados obtidos*

Considerando-se que cada um dos projetos descritos proporcionou múltiplos

resultados, seria difícil enumerar todos e cada um deles. Para se ter uma idéia dos resultados obtidos, o catálogo de aproveitamentos florestais proporcionou, a nível de entidade federativa, importantes informações das unidades e empresas florestais que, de alguma forma, aproveitavam os recursos florestais. Forneceu dados, entre outros, dos permissionários de aproveitamento, da quantidade de produtos que extraíam, das datas dos aproveitamentos, etc..

3.3.1.9. Aspectos principais do inventário florestal nacional do México

Os principais aspectos do sistema de inventário florestal nacional do México são os seguintes:

a) O inventário florestal nacional dividiu o país em 7 regiões ou zonas florestais e foi estruturado com base em quatro programas principais: inventário florestal convencional, inventário florestal contínuo, cadastro florestal e divisão de imóveis, e banco de informações florestais;

b) O levantamento florestal nacional compreende dois tipos de inventários: um temporário, o inventário florestal convencional, que teve início em 1961, visando conhecer o estado dos recursos florestais no momento de sua realização e formular recomendações com base em seus resultados; e um permanente, o inventário florestal contínuo, que teve início em 1972 e é repetido a cada 5 anos, visando conhecer a dinâmica e as mudanças que ocorrem nos recursos florestais com o tempo, bem como atualizar as informações sobre os recursos florestais do país;

c) As cartas florestais foram elaboradas com base em fotografias aéreas, em escalas de 1:10.000 até 1:80.000, e imagens de satélite na escala 1:250.000, para as regiões desprovidas de levantamento aéreo e atualização das cartas. Os mapas apresentados no inventário foram os seguintes: mapa florestal fracionado, em escala 1:100.000 e mapas florestais de estados, em escala 1:500.000;

d) A metodologia de amostragem foi baseada em amostragem sistemática e unidades conglomeradas diferenciadas para cada tipo de inventário.

No inventário florestal convencional, aplicou-se dois sistemas de

amostragem diferentes: um para as florestas tropicais e outro para as florestas temperadas.

- Nas florestas tropicais úmidas empregou-se conglomerados quadrados de diferentes tamanhos, contendo 9, 25, 100, 150 ou 250 subunidades por conglomerado, distribuídos em redes de 3 a 10 km de distância entre pontos. Os conglomerados eram constituídos por faixas de 20 m de largura e divididos em subunidades retangulares, com 20 x 50 m (1.000 m²).

- Nas florestas temperadas, os conglomerados quadrados eram constituídos por unidades circulares, com 17,84 m de raio (1.000 m²), estabelecidas em intervalos equidistantes dentro dos conglomerados.

No inventário florestal contínuo, a metodologia era semelhante àquela aplicada ao inventário convencional nas florestas temperadas, diferindo apenas pelo fato das unidades amostrais circulares de (1.000 m²) apresentarem duas subunidades concêntricas: a maior com 400 m² e a menor com 80 m². Estas parcelas eram permanentes, situadas em conglomerados quadrados, distribuídos em uma rede de 5 x 5 km, contendo 25 parcelas circulares por conglomerado.

e) O inventário florestal nacional incluiu um programa de cadastro florestal, visando quantificar e identificar as áreas florestais mantidas à margem da produção, por desconhecimento dos recursos florestais existentes nessas áreas;

f) Outro programa importante do inventário foi o banco de informações florestais. Este banco de informações é um sistema estatístico de captação, processamento e difusão de informações das atividades do setor florestal, composto por 9 projetos: catálogo de aproveitamentos florestais, padrão da atividade florestal, catálogo de espécies florestais, catálogo de produtos florestais, padrão das indústrias florestais, catálogo da fauna silvestre, catálogo de imóveis florestais, catálogo de maquinaria e equipamentos da indústria florestal e catálogo de danos à vegetação florestal.

g) No tocante à inovações metodológicas, o inventário florestal nacional do México vem desenvolvendo pesquisas visando o uso de parcelas amostrais de dimensões variáveis e a amostragem em dois estágios, a partir de fotografias aéreas e o

método de amostragem 3-P.

3.3.2. Primeiro inventário florestal nacional do Brasil

A necessidade de informações sobre o estado atual e a dinâmica temporal dos recursos florestais do país, para embasar diretrizes nacionais e regionais de utilização e preservação destes recursos, levou o então Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF a realizar, no início da década de 80, o primeiro Inventário Florestal Nacional do Brasil.

O levantamento nacional dos recursos florestais era parte integrante de um conjunto de estudos desenvolvidos pelo Ministério da Agricultura, Comissão Nacional de Energia e Secretaria de Planejamento da Presidência da República, sobre o uso atual e potencial da terra, e identificação de fontes complementares de energia.

O inventário contou com a participação das Universidades, que mantinham Cursos de Engenharia Florestal, e Fundações, para coordenar e executar o trabalho nas diversas regiões do país.

O inventário florestal nacional foi dividido em três programas principais (IBDF, 1983): Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil; Inventário Florestal Contínuo dos Reflorestamentos; e Inventário das Florestas Nativas.

De acordo com PÉLLICO NETTO (1981), foi um trabalho extensivo, do tipo estratégico e organizado para fornecer informações atualizadas sobre os recursos florestais de todo o país. Essas informações embasariam a implementação de uma política florestal nacional e o aperfeiçoamento institucional necessário à sua real exeqüibilidade prática.

3.3.2.1. Aspectos históricos

Em meados da década de 60, o Governo Federal criou os incentivos fiscais ao reflorestamento, objetivando estimular a reposição florestal no país, principalmente nas regiões com tradicional vocação madeireira, onde o processo de desmatamento

avançava rapidamente e o reflorestamento era praticamente inexistente.

À medida que a área reflorestada se expandia no país, novos instrumentos legais foram criados, visando aperfeiçoar a utilização dos recursos incentivados. Porém, nesta fase inicial, não havia nenhuma preocupação com o acompanhamento, controle de crescimento e produção dessas florestas.

Em vista disso e da necessidade destas informações, para orientar, coordenar, controlar e planejar a utilização dos recursos florestais, o IBDF criou, em 16 de dezembro de 1977, através da Portaria 491/77-P, uma comissão encarregada de traçar diretrizes básicas para um Sistema Nacional de Avaliação dos Recursos Florestais do país. Participaram dessa Comissão, técnicos do Departamento de Economia Florestal, do Departamento de Reflorestamento e da Coordenadoria de Planejamento, todos do IBDF, e professores representantes dos Cursos de Engenharia Florestal das seguintes instituições: Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Universidade de Brasília - UNB, Fundação Universidade Federal de Mato Grosso - FUFMT, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP, Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa - FADESP.

Como fruto do trabalho dessa comissão, em 1981 o IBDF, através do Departamento de Economia Florestal, com a cooperação das Universidades e outras instituições, realizou o primeiro inventário florestal nacional do Brasil.

3.3.2.2. *Objetivos*

Os objetivos do primeiro inventário florestal nacional do Brasil, especificados para cada um dos três programas, foram os seguintes:

a) O Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal visou mapear e avaliar a extensão dos grandes grupos fitoecológicos, bem como a alteração recente da cobertura florestal;

b) O Programa de Inventário Contínuo dos Reflorestamentos visou

quantificar a área coberta por florestas plantadas, por Estado, Microrregião e idade, bem como quantificar os estoques e sua distribuição por classes diamétricas;

c) O Programa de Inventário das Florestas Nativas visou a classificação tipológica, a quantificação dos estoques, por espécie, classe de diâmetro, classe de qualidade do fuste, utilização comercial, e a quantificação da regeneração natural.

3.3.2.3. *Programa de monitoramento da cobertura florestal*

Segundo IBDF (1983 p.7), o Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal, inicialmente centrado na Amazônia brasileira e voltado para a identificação e mapeamento sistemático de áreas críticas de desmatamento naquela região, enfocou também os reflorestamento e as florestas nativas dos estados levantados no inventário florestal nacional.

Segundo IBDF (1980), o programa de monitoramento foi implementado com a finalidade de levantar a cobertura florestal do país e avaliar, periodicamente, suas mudanças. Para alcançar estes objetivos, o programa foi estruturado com base em três projetos:

3.3.2.3.1. *Projeto desmatamento*

Este projeto foi criado, visando monitorar a evolução dos desmatamentos, quantificando periodicamente a área desmatada e remanescente da cobertura florestal do país, por região e estado.

O inventário das florestas nativas foi executado com base nos mapas produzidos por esse projeto, os quais incluíram também o levantamento do uso atual da terra, conforme descrito anteriormente.

3.3.2.3.2. *Projeto reflorestamento*

O projeto reflorestamento foi implementado, visando avaliar periodicamente

a área ocupada pelos projetos de reflorestamento implantados com auxílio dos incentivos fiscais oferecidos pelo governo federal.

A interação do Programa de Monitoramento com o de Inventário dos Reflorestamentos, nesses Estados, permitiu corrigir os dados relativos às áreas de plantio efetivo, uma vez que, até então, só se dispunha de dados de projetos cadastrados no IBDF (IBDF, 1983 p.13).

3.3.2.3.3. Projeto parques nacionais

Este projeto foi criado com o objetivo de fornecer informações periódicas e atualizadas sobre os recursos florestais existentes em Parques e Florestas Nacionais sob jurisdição e guarda do governo federal.

3.3.2.3.4. Metodologia básica

O programa de monitoramento da cobertura florestal foi realizado, basicamente, a partir da interpretação visual de imagens de satélite da série LANDSAT, onde foram mapeadas, identificadas e classificadas as áreas florestais e o uso atual da terra. No decorrer do levantamento foram realizados trabalhos de inspeção de campo, para conferir e classificar as áreas mapeadas. Após as correções dos mapas, determinou-se a superfície das florestas mapeadas.

3.3.2.4. Programa de inventário contínuo dos reflorestamentos

O Programa de Inventário Contínuo dos Reflorestamentos foi executado nas seguintes regiões e estados: região Sul - Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná; região Sudeste: São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais; região Centro-Oeste: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e o Distrito Federal; região Nordeste: Bahia.

As Instituições executoras deste programa e os estados respectivos em que

atuaram foram: Universidade Federal de Santa Maria - Rio Grande do Sul; Universidade Federal do Paraná - Paraná e Santa Catarina; Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - São Paulo; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro e Espírito Santo; Universidade Federal de Viçosa - Minas Gerais; Universidade Federal Rural de Pernambuco - Bahia; Fundação Universidade Federal de Mato Grosso - Mato Grosso e Mato Grosso do Sul; Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - Goiás e Distrito Federal.

3.3.2.4.1. *Objetivos específicos*

De acordo com IBDF (1983 p.7) o Programa de Inventário Contínuo dos Reflorestamentos, visou quantificar os estoques de crescimento e acompanhar a evolução dos reflorestamentos por espécies, bem como seus níveis de produtividade, objetivando obter parâmetros que permitissem maximizar a eficiência dos reflorestamentos incentivados.

Os objetivos específicos deste programa foram: quantificar a área de cobertura florestal por espécie, Região, Estado e Microrregião; quantificar os estoques e sua distribuição em classes de diâmetro, idade e qualidade; e identificar a destinação industrial e comercial dos reflorestamentos.

3.3.2.4.2. *Metodologia*

O inventário contínuo dos reflorestamentos foi realizado com uma base metodológica padronizada, a qual foi definida pela Comissão Nacional de Inventário Florestal e aplicada, integralmente, em todos os estados inventariados.

a) Cadastramento dos projetos

O universo de reflorestamentos de cada Estado foi levantado nos arquivos das Delegacias Estaduais do IBDF, onde foram cadastrados todos os projetos

aprovados até meados de 1981.

b) Processo de amostragem e periodicidade

O processo de inventário contínuo utilizado foi a amostragem com repetição total (ART). Assim, todas as unidades amostrais foram instaladas como parcelas permanentes, para serem remedidas a cada nova ocasião do inventário. O plano do inventário previa sua repetição a cada 3 anos.

O processo básico de amostragem empregado foi a amostragem aleatória estratificada, com alocação proporcional, cujos estratos foram definidos com base nos gêneros e espécies florestais, e na idade dos povoamentos.

c) Intensidade de amostragem e precisão esperada

A intensidade de amostragem foi calculada para um limite máximo de erro de amostragem de 10% da média estratificada estimada, com 95% de probabilidade de confiança.

d) Unidade amostral

A unidade amostral usada foi uma parcela de área fixa da forma retangular, com 20 m de largura por 30 m de comprimento (600 m²). Nestas parcelas mediu-se o diâmetro (DAP) de todas as árvores, a altura total das 20 primeiras e das 6 árvores mais grossas da parcela. Nas proximidades de cada parcela, foram abatidas e cubadas 2 a 3 árvores para o ajuste de equações volumétricas.

3.3.2.5. *Programa de inventário das florestas nativas*

O Programa de Inventário das Florestas Nativas, nesta primeira abordagem, enfocou as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

As Instituições executoras deste programa foram as mesmas do inventário contínuo dos reflorestamentos, com exceção do Estado de Minas Gerais, onde a execução ficou a cargo do CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais.

3.3.2.5.1. *Objetivos específicos*

Os objetivos específicos do inventário das florestas nativas foram: quantificar a área de cobertura florestal por Região, Estado e Microrregião; classificar as tipologias florestais; determinar as espécies ocorrentes; quantificar os estoques comerciais e de resíduos florestais, e sua distribuição em classes diamétricas e de qualidade; e caracterizar o potencial de uso industrial e comercial das florestas inventariadas (IBDF, 1983 p.13).

3.3.2.5.2. *Metodologia*

Ao contrário do inventário contínuo dos reflorestamentos, este programa não foi executado com base em uma metodologia padronizada, apesar da proposta apresentada nesse sentido por PÉLLICO NETTO (1981), devido a extensão das florestas nativas, a diversidade das tipologias, a multiplicidade de fatores climáticos, pedológicos e geomorfológicos.

Ao não adotar uma metodologia padrão, facultando às instituições executoras liberdade para a definição dos métodos mais adequados a cada situação particular, o IBDF pretendeu alcançar maior relevância explicativa, inerente a classificações diferenciadas. Contudo, as medições e avaliações realizadas nos diversos tipos florestais, seguiram procedimentos uniformes (IBDF, 1983 p.21).

a) Processo de amostragem

A proposta apresentada por PÉLLICO NETTO (1981 p.8) sugeria, para a região Sul do Brasil, o uso da amostragem sistemática, distribuída, através de uma rede

de pontos com equidistância de 10 km. Sugeria também, que as ocasiões sucessivas do inventário fossem conduzidas através da amostragem com repetição parcial. Para isso, metade das unidades amostrais deveriam ser temporárias e metade permanente. Nas ocasiões sucessivas, as unidades temporárias seriam substituídas através de um sistema de rodízio por quadrantes, em torno da unidade inicial.

O processo de amostragem sistemático, com estratificação posterior baseada nos tipos florestais classificados, Regiões e Microrregiões, foi usado em todos os estados inventariados.

A distribuição das unidades amostrais sobre as florestas nativas foi feita através de redes, com distância entre pontos definida em função da intensidade de amostragem calculada. Assim, as redes de pontos utilizadas foram de 5 x 5 km no Rio de Janeiro e Espírito Santo; 10 x 10 km no Paraná, Santa Catarina e São Paulo; 21,6 x 21,6 km em Minas Gerais; e de 24,5 km entre os meridianos por 28 km entre os paralelos no Rio Grande do Sul. No Mato Grosso e Mato Grosso do Sul não se tem conhecimento dessa informação, porque não foi publicado o relatório específico do inventário das florestas nativas, com a metodologia usada.

b) Intensidade de amostragem e precisão esperada

A intensidade de amostragem foi determinada em função dos recursos financeiros destinados à cada estado ou região e do tempo disponível para a conclusão dos trabalhos, aceitando-se a precisão decorrente dessa intensidade de amostragem.

c) Unidade amostral

PÉLLICO NETTO (1981) sugeriu uma unidade conglomerada, composta por 16 subunidades retangulares de 10 x 40 m (400 m²), distribuídas sistematicamente, a cada 80 m, no perímetro de um quadrilátero com 490 m de lado. Em cada vértice do quadrilátero, haviam três unidades circulares concêntricas destinadas ao levantamento da regeneração natural, com 1 m², 10 m² e 100 m², para as ocorrências com até 15 cm

de circunferência à altura do peito (CAP), entre 15 e 47 cm, e entre 47 e 62 cm, respectivamente. As árvores com CAP maior que 62 cm deveriam ser medidas nas subunidades de 400 m²,

Essa unidade conglomerada foi usada em Santa Catarina, no Paraná, no Rio de Janeiro e no Espírito Santo.

No Rio Grande do Sul, a unidade usada foi uma faixa, com 15 m de largura por 100 m de comprimento (1.500 m²). Esta faixa continha duas subamostras da forma circular concêntricas, com raios de 5,64 m (100 m²) e 1,78 m (10 m²), localizadas no início da faixa e destinadas ao levantamento da regeneração natural. Na subamostra de 10 m² eram contadas, identificadas todas as árvores e medidas as alturas de todos os indivíduos de espécies florestais que apresentavam até 15 cm de CAP; na de 100 m² eram identificados e medidas as alturas dos indivíduos que apresentavam CAP entre 15 e 30 cm. Na unidade principal (1.500 m²), eram identificadas e medidas todas as árvores que apresentavam CAP maior ou igual a 30 cm.

Em São Paulo, a unidade usada foi um conglomerado quadrado de 500 x 500 m, composto por 12 subunidades retangulares de 10 x 40 m, distribuídas a cada 90 m. Em cada subunidade foram identificadas e medidas todas as árvores que apresentavam CAP maior do que 20 cm (IBDF/IPEF, 1982 p.446).

Em Minas Gerais, a unidade usada foi a conglomerada cruz de malta, com subunidades de 10 x 100 m (1.000 m²), divididas em duas subamostras retangulares: nos primeiros 20 m da subunidade (10 x 20 m - 200 m²), foram medidos todos os indivíduos com (CAP) maior ou igual a 15 cm; nos 80 m restantes (10 x 80 m - 800 m²), foram medidos todos os indivíduos com CAP maior ou igual a 25 cm. Para o levantamento da regeneração natural foi usada uma subamostra circular, com raio de 1,78 m (10 m²), situada no início de cada unidade do conglomerado, onde foram identificadas e medidas as ocorrências de espécies florestais com até 15 cm de CAP (IBDF/CETEC, 1983 p.66).

No Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, segundo informações verbais fornecidas pelo Prof. JOSÉ DE ARIMATEA SILVA, então Diretor da Divisão de Manejo, do Departamento de Economia Florestal do IBDF, a unidade empregada foi a

conglomerada cruz de malta, com subunidades de 10 x 250 m.

3.3.2.6. *Custos*

Segundo IBDF (1985), o custo total do primeiro inventário florestal nacional do Brasil foi de US\$ 4.742.436,00, o que representa em relação a área inventariada US\$ 0,96 /Km² ou US\$ 0,0096/ha.

3.3.2.7. *Resultados obtidos*

O inventário florestal nacional forneceu informações sobre a cobertura florestal do Brasil, diferenciadas para florestas nativas e plantadas, por Estado e o uso atual da terra.

Para as florestas plantadas determinou-se, em cada estado inventariado, a área total por espécie, idade e Microrregião, o volume dos estoques de crescimento por classe de diâmetro, espécie e idade, o incremento médio anual por espécie e seus valores mínimo e máximo por Microrregião, bem como as diferenças entre as áreas projetadas e executadas.

Para as florestas nativas, determinou-se a área de cada tipo florestal classificado, a composição de espécies, os volumes comerciais por tipo florestal e espécies componentes, por classe de diâmetro, qualidade de fuste, e potencial de utilização comercial. Determinou-se também os volumes não comerciais (resíduos), potencialmente utilizáveis como fonte de energia.

3.3.2.8. *Principais aspectos do primeiro inventário florestal nacional do Brasil*

Os principais aspectos do primeiro inventário florestal nacional do Brasil foram os seguintes:

a) O IBDF criou uma Comissão encarregada de traçar diretrizes básicas para um Sistema Nacional de Avaliação dos Recursos Florestais do país, a qual recomendou

a realização do inventário florestal nacional;

b) Administrativamente, o trabalho foi dividido em três programas principais: Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil, Inventário Contínuo dos Reflorestamentos e Inventário das Florestas Nativas;

c) A Comissão planejou o inventário dos reflorestamentos, o qual foi executado integralmente, mantendo uniformidade a nível nacional;

d) O IBDF reuniu os recursos humanos mais capacitados do país para a realização do trabalho, mediante a integração das Universidades que mantinham Cursos de Engenharia Florestal e Instituições de Pesquisa ligadas a área florestal;

e) O inventário das florestas nativas não foi executado com metodologia padronizada, o que poderia ter trazido dificuldades e perda de informações nas ocasiões seguintes, caso o inventário tivesse sido repetido. Em contrapartida, a aplicação de metodologias diversas permitiu a aquisição de novas experiências;

f) O trabalho, apesar de sua envergadura, foi realizado em um espaço de tempo relativamente curto e com baixo custo;

3.4. CONCLUSÕES

A análise da experiência internacional em inventários florestais nacionais, representada pelos sistemas usados na Europa, América do Norte e América Latina, permitiu tecer as seguintes conclusões gerais:

a) Que os sistemas analisados apresentaram objetivos similares e visavam fornecer uma base confiável de informações, para auxiliar a formulação de políticas florestais, no planejamento, administração e controle de uso dos recursos florestais e da terra, no desenvolvimento da indústria florestal e no monitoramento das mudanças nas florestas e no meio ambiente;

b) Que o inventário florestal nacional não constitui um instrumento único e exclusivo de planejamento e controle do uso dos recursos florestais, mas um instrumento auxiliar para a tomada de decisões e coordenação das políticas florestal,

agrária, e ambiental;

c) Que a maioria dos inventários florestais nacionais foi implantada em momentos de escassez de recursos florestais, principalmente nos períodos pós-guerras, quando os países lançavam mão desses recursos para alavancar suas economias;

d) Que os inventários florestais nacionais visavam, inicialmente, avaliar apenas os recursos madeireiros; posteriormente passaram a enfocar também os múltiplos recursos da floresta, e atualmente, além desses enfoques, tendem para o monitoramento ambiental;

e) Que os inventários florestais nacionais usaram estruturas metodológicas, organizacionais e tecnológicas diferentes, de acordo com as realidades de recursos financeiros, humanos e tecnológicos específicas de cada país;

As conclusões específicas oriundas da análise da experiência Européia, América do Norte e América Latina foram as seguintes:

3.4.1. Experiência Européia

A partir da análise dos 5 sistemas de inventários florestais nacionais de países da Europa, conclui-se que:

a) Os sistemas usados na Europa apresentaram maior sofisticação e detalhamento, por abordarem florestas compostas por um número reduzido de espécies e tipos florestais. Estas características ocorrem nas florestas plantadas do Brasil, para as quais esses sistemas apresentam importantes contribuições;

b) Os inventários florestais nacionais da Europa, de um modo geral, eram repetidos a cada 10 anos. Mais recentemente, passaram a constituir processos contínuos, que dividem o levantamento em etapas anuais, cobrindo todo o país a cada ano, como ocorre na Suécia e Finlândia;

c) Os sistemas evidenciaram uma preocupação crescente em avaliar, não apenas o estado atual dos recursos florestais, mas também o seu crescimento e os quantitativos explorados a cada ano, para determinar o corte permitido, bem como o balanço florestal, visando ajustar a exploração ao nível da produção sustentada;

d) Os sistemas tem procurado enfatizar os valores não madeireiros dos recursos florestais, especialmente os relativos à recreação humana e à conservação do meio ambiente;

e) As fotografias aéreas foram usadas em todos os sistemas analisados, mas principalmente para a estratificação das áreas florestais, mapeamento e orientação das equipes de campo na localização das unidades amostrais;

f) As imagens de satélite não integraram os sistemas de inventário, porque as informações obtidas foram consideradas insatisfatórias, e o custo das imagens era muito alto;

g) A amostragem sistemática foi o processo de amostragem mais usado para a distribuição das unidades amostrais sobre as áreas florestais, realizada através de redes com distância entre pontos variando de 1 a 10 km;

h) Os sistemas usaram unidades amostrais permanentes ou permanentes e temporárias como a Suécia, sendo exceção a Finlândia que usou unidades temporárias;

i) A área fixa foi o método de amostragem predominante nos sistemas, com exceção da Finlândia, que usa o método de Bitterlich com fator de área basal 2, e a Holanda, que além do método de área fixa usou também ponto de amostragem horizontal realizado com prisma;

j) O círculo, com raio fixo ou variável, foi a forma de unidade predominantemente usada nos sistemas de inventários florestais nacionais analisados;

k) Os custos dos inventários ficaram em torno de US\$ 0,03 a US\$ 0,05 por hectare inventariado.

3.4.2. Experiência da América do Norte

Mediante a análise dos inventários florestais nacionais dos Estados Unidos e Canadá, conclui-se que:

a) Nos Estados Unidos, apenas 27% de suas áreas florestais são propriedades públicas federais, enquanto que no Canadá, 84% das áreas florestais do país pertencem às Províncias Canadenses, as quais possuem completa jurisdição e controle sobre as

mesmas;

b) O inventário florestal nacional dos Estados Unidos é composto pelos inventários regionais, realizados pelo Serviço Florestal do Departamento de Agricultura, através das unidades de Inventário Florestal e Análise estabelecidas em 7 das 8 Estações Experimentais Florestais; o do Canadá é composto pelos inventários provinciais, realizados pelas 10 Províncias Canadenses, de modo totalmente independente um do outro;

c) A estrutura organizacional do inventário dos Estados Unidos apresenta a vantagem de permitir uma coordenação eficiente a nível nacional e uma melhor compatibilidade da informações coletadas, além da busca de soluções para necessidades regionais específicas. Por outro lado, as vantagens da estrutura organizacional do inventário do Canadá são: coordenação e cooperação baseadas no interesse mútuo federal/provincial, embora a implementação de pesquisas federais e provinciais limite o fluxo de informações entre pesquisadores e profissionais liberais;

d) O sistema canadense usa mais intensivamente dados obtidos através de sensoriamento remoto e mapas, para classificação florestal e uso da terra, devido ao tempo limitado da estação que permite a execução dos trabalhos de campo e seu custo, enquanto que o dos Estados Unidos se apoia mais em procedimentos estatísticos de amostragem;

e) O inventário do Canadá fornece melhores informações sobre a distribuição espacial das florestas, mas não sobre suas características internas, ao passo que o dos Estados Unidos fornece informações de melhor qualidade sobre as características das florestas, porém menos específicas quanto a localização das mesmas;

f) O sistema básico de amostragem do inventário dos Estados Unidos é a dupla amostragem para estratificação, em que conglomerados permanentes constituídos por 5 a 10 pontos amostrais com raio variável e fixo são distribuídos sistematicamente, através de uma rede sistemática de 5 x 5 km; já a maioria das Províncias Canadenses usam pontos amostrais de Bitterlich, com fator de área basal 2, e algumas delas usam parcelas de área fixa, quadrada ou circular, com 200 a 400 m².

g) O inventário dos Estados Unidos fornece informações sobre o estado atual

e mudanças ocorridas nas florestas, tais como crescimento, mortalidade, exploração, desmatamento, bem como avaliação de impactos relativos ao suprimento futuro. O do Canadá, com exceção das províncias de British Columbia e New Brunswick, não inclui informações sobre a dinâmica das florestas.

3.4.3. Experiência da América Latina

Diante da análise dos sistemas de inventários florestais nacionais do México e do Brasil conclui-se que:

a) O México é o único país da América Latina que mantém um sistema permanente de inventário florestal nacional, desde o início da década de 60;

b) A cooperação da FAO e a agregação da experiência internacional tornaram o inventário florestal nacional do México um sistema moderno, dotado das características desejáveis propostas por CUNIA (1985) e descritas no capítulo 2, tanto na obtenção de informações sobre os recursos florestais, quanto na sua divulgação e preparo das mesmas para serem colocadas à disposição dos usuários;

c) Os programas integrantes do sistema de inventário florestal nacional do México - Inventário florestal convencional, inventário florestal contínuo, cadastro florestal e divisão de imóveis, e banco de informações florestais -, oferecem um tratamento sistêmico às informações, desde sua coleta até o armazenamento, facilitando seu manuseio e análises;

d) Os sistemas de inventários florestais nacionais usados pelo México e pelo Brasil apresentam muitas características similares, especialmente quanto aos tipos de inventários, uma vez que ambos foram estruturados com base em um inventário temporário e um contínuo;

e) O sistema de inventário florestal nacional do México tem fornecido informações sobre o estado atual e dinâmica dos recursos florestais, porém a partir de inventários temporário e contínuo independentes entre si, e com estruturas amostrais diferentes, o que dificulta seu enquadramento nos processos de amostragem em múltiplas ocasiões tradicionais, enquanto o do Brasil diferenciava as estruturas de

amostragem para florestas plantadas e nativas, enquadradas nas amostragens com repetição total e amostragens independentes, respectivamente caso tivesse sido repetido;

f) O sistema mexicano usou a amostragem sistemática, através de redes equidistantes de 10 km, para distribuir os conglomerados sobre as áreas florestais, enquanto o do Brasil usou amostragem sistemática para o inventário das florestas nativas, através de redes com distância variável entre pontos, e amostragem aleatória estratificada para o inventário contínuo dos reflorestamentos;

g) As unidades amostrais usadas no sistema do México tinham forma retangular e circular, com 1.000 m^2 de superfície, distribuídas em conglomerados de diferentes tamanhos, contendo 9, 25, 100 e 150 subunidades por conglomerado; no inventário do Brasil, a forma da unidade amostral usada foi a retangular, com $20 \times 30\text{ m}$ (600 m^2) no inventário contínuo dos reflorestamentos e, para as florestas nativas, o tamanho mais comum foi $10 \times 40\text{ m}$ (400 m^2).

4. ANÁLISE CRÍTICA DO PRIMEIRO INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL DO BRASIL

O primeiro inventário florestal nacional do Brasil foi realizado pelo Departamento de Economia Florestal, do então Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, no período 1981/82, em cumprimento às atribuições legais conferidas desde 1967, quando o órgão foi criado. Em mais de uma década de existência desse órgão, essa atribuição foi cumprida apenas parcialmente, através da realização de uma série de inventários regionais, mencionados na introdução deste trabalho.

O fiel cumprimento dessa atribuição teve início no final de 1977, com a criação, pelo IBDF, da Comissão encarregada de traçar diretrizes básicas para a implantação de um Sistema Nacional de Avaliação dos Recursos Florestais do país. Do trabalho dessa Comissão e de um grupo de técnicos do IBDF, resultou a recomendação para o estabelecimento do inventário florestal nacional.

A iniciativa do IBDF, no sentido de dotar o país de um instrumento auxiliar para o planejamento, controle de uso e desenvolvimento dos recursos florestais, bem como para uma administração florestal correta e eficiente, foi pioneira, inovadora e meritória. Graças às ações modernas e apropriadas que nortearam a administração do IBDF naquela época, o país contou com uma base de informações confiável e detalhada sobre seus recursos florestais, que tornou-se a única referência nacional do gênero.

Este primeiro levantamento florestal nacional enfrentou uma série de dificuldades, que eram até previsíveis, devido a envergadura do trabalho, o envolvimento de várias instituições diferentes, e a limitação de tempo e recursos financeiros para sua execução. Apesar desses percalços, o trabalho foi realizado a bom termo, demonstrando que o Brasil dispõe de recursos humanos e tecnologia,

comparáveis aos dos países que possuem larga tradição e experiência na realização de inventários florestais nacionais.

Tendo em vista a meta inicial de estabelecer um instrumento auxiliar capaz de fornecer as bases para a administração dos recursos florestais do país, o inventário florestal nacional foi planejado e executado com os pressupostos de transformar-se em um programa permanente. Infelizmente, as administrações seguintes não tiveram o mesmo entendimento e o programa não teve a continuidade prevista.

4.1. ORIGEM

Em meados da década de 60, o Governo Federal criou o programa de incentivos fiscais ao reflorestamento, visando estimular a reposição florestal no país, principalmente nas regiões com tradicional vocação madeireira, onde o processo de desmatamento avançava rapidamente. Além deste impulso inicial, o programa procurou oferecer, aos empresários do setor florestal, também a oportunidade de adquirir a experiência necessária para o fortalecimento de suas economias, através da formação de estruturas próprias capazes de assegurar a continuidade de suas atividades.

Atingida a meta inicial, de expandir a área de florestas plantadas no país, tanto o IBDF como os empresários do setor passaram a se preocupar com a produtividade, o crescimento, a utilização e o rendimento econômico das florestas, à medida que elas atingiam idades mais avançadas.

Muitas das empresas beneficiadas com os incentivos fiscais, especialmente as verticalizadas, preocuparam-se, de imediato, em obter material genético de qualidade superior e aperfeiçoar suas técnicas de plantio, visando melhorar a qualidade de seus reflorestamentos. Porém, o mesmo não ocorreu com muitas das empresas que não atuavam no setor florestal. Diante disso, surgiram críticas ao programa, uma vez que o IBDF não estabelecia parâmetros de qualidade para a aprovação dos projetos de reflorestamento. Desse modo, florestas de alta qualidade ou sem qualidade recebiam recursos iguais, por unidade de área.

Essas críticas, de um lado evidenciaram a necessidade do Governo Federal avaliar a eficácia com que os recursos de incentivo fiscal ao reflorestamento estavam sendo utilizados, bem como aperfeiçoar os critérios de análise de projetos incentivados, especialmente com relação a qualidade das florestas; de outro lado, o temor dessa avaliação, por parte de alguns segmentos do setor, gerou pressões políticas contrárias a sua implementação, que quase inviabilizaram a realização do inventário dos reflorestamentos.

Por outro lado, a crise energética que ameaçou o país na década de 70, face ao aumento desenfreado dos preços do petróleo no mercado internacional, fez com que o Governo Federal buscasse alternativas para o suprimento energético do país. Com o objetivo de desenvolver fontes alternativas de energia e dimensionar o potencial dos energéticos tradicionais disponíveis no país, foi criado o Programa de Mobilização Energética, vinculado diretamente à Presidência da República e dotado de recursos específicos para esse fim.

Nesta busca de fontes alternativas de energia surgiu, no país, a proposta de um programa de “florestas energéticas”, as quais seriam implantadas com alta densidade de árvores, manejadas em ciclos curtos de rotação, visando produzir biomassa florestal. Este programa foi contestado técnica e econômica, com base nos diferentes sortimentos de madeira produzidos pelas florestas, cuja utilização depende das condições do mercado.

Diante disso, prevaleceu a proposta do IBDF, no sentido do país utilizar suas florestas nativas, prontamente disponíveis, e sem necessidade de investimentos prévios. Contudo, havia necessidade de avaliar a potencialidade dos recursos florestais nativos do país, como fonte alternativa de energia, configurando-se a oportunidade para a realização do inventário florestal nacional. Bastou um projeto consistente, elaborado pelo Departamento de Economia Florestal, para a alocação dos recursos financeiros necessários, e a articulação junto as instituições que participaram do trabalho, para que o inventário florestal nacional se tornasse uma realidade.

Como o programa de incentivos fiscais ao reflorestamento foi extinto em 1986, em obediência ao cronograma de redução paulatina dos recursos aplicados ao

setor, e a crise energética dos anos 70 teve fim, acabaram as razões principais que justificaram o primeiro levantamento florestal. Restava então o empenho do IBDF e das entidades do setor florestal, para que o inventário tivesse continuidade. Porém, esse empenho não existiu ou foi insuficiente para justificar a importância do programa, o que determinou o abandono e esquecimento do inventário florestal nacional.

Reportando-se à experiência internacional, constata-se que a origem do inventário florestal nacional do Brasil foi similar à de países, como Noruega, Finlândia e Suécia na Europa, Estados Unidos e Canadá na América do Norte, onde os problemas energéticos enfrentados nos períodos pós-guerra foram os principais responsáveis pela implantação de seus inventários florestais. Entretanto, a diferença que se estabelece em relação ao Brasil é que os governos daqueles países e a sociedade reconheceram, desde então, o real valor de seus recursos florestais e do inventário florestal nacional, como instrumento auxiliar de planejamento e uso das florestas. Desse modo, após solucionados os problemas energéticos, os inventários florestais tiveram continuidade e são mantidos até nossos dias.

4.2. PLANEJAMENTO

O planejamento do inventário florestal nacional foi levado a efeito em duas etapas: a primeira, do inventário dos reflorestamentos; e a segunda, do inventário das florestas nativas e do levantamento do uso atual da terra.

O inventário dos reflorestamentos foi planejado e discutido pela Comissão encarregada de traçar as diretrizes para o Sistema Nacional de Avaliação dos Recursos Florestais do país. Este plano contemplou os objetivos básicos definidos pelo IBDF e as sugestões da Comissão.

Já o inventário das florestas nativas e o levantamento do uso atual da terra, como a oportunidade de sua realização surgiu após o início do inventário dos reflorestamentos, seu planejamento foi feito pelo IBDF, sem a oportunidade de uma discussão mais aprofundada com a Comissão de Inventário.

Entretanto, em nenhum dos casos, houve discussão com os usuários potenciais das informações, principalmente os órgãos estaduais ligados ao setor florestal, as entidades representativas das empresas florestais e as entidades ecológicas. Essa discussão, conforme HUSCH (1971 p.19), tem sido ignorada com muita frequência, porém é indispensável para priorizar as informações a serem apresentadas no inventário e atender o maior número possível de usuários.

Considerando-se que essa discussão é recomendada para o planejamento de qualquer inventário florestal, com maior razão ela deveria ter acontecido no planejamento do inventário florestal nacional porque, além de aperfeiçoar o plano do inventário, teria integrado os órgãos estaduais e entidades ligadas ao setor, reunindo apoio político para garantir a continuidade do levantamento. A discussão a nível estadual cabia às instituições executoras, porém a limitação de tempo impediu o desenvolvimento dessa importante fase do planejamento.

4.3. EXECUÇÃO

O IBDF foi eficiente e ágil no processo de articulação e engajamento das instituições que participaram do inventário nacional, bem como na liberação dos recursos financeiros previamente definidos. Os acordos para a execução do trabalho foram formalizados mediante a celebração de convênios e ajustes com as instituições participantes.

Essa estrutura de execução, no entanto, mostrou-se frágil e deficiente em vários aspectos, principalmente no que se refere à qualidade dos trabalhos executados e ao cumprimento dos prazos estabelecidos.

Os problemas maiores foram originados exatamente pelos instrumentos legais usados para integrar as instituições executoras ao trabalho. Tais instrumentos foram Convênios e Ajustes, os quais apresentavam como vantagens a agilidade que o IBDF necessitava para realizar os trabalhos e a dispensa de licitação; em contrapartida, apresentavam a desvantagem de não permitir um controle efetivo da execução do

inventário. A exigüidade de tempo não permitia outra alternativa e os trabalhos foram executados através de convênios e ajustes celebrados com as instituições executoras.

Em decorrência desta autonomia de ação, nem todas as instituições executoras cumpriram fielmente todos os compromissos assumidos. Porém, algumas delas foram demasiadamente negligentes, realizando trabalhos abaixo do nível de detalhamento e qualidade desejados, e uma das instituições deixou de elaborar os relatórios finais dos inventários. Essas circunstâncias criaram situações embaraçosas às partes envolvidas e revelaram as dificuldades legais para o IBDF exigir o cumprimento dos termos acordados. Isso denunciou a fragilidade da estrutura de execução usada, diante do pressuposto básico de manter uniformidade a nível nacional.

É inegável que o apoio das Universidades e Instituições de Pesquisas na realização do inventário florestal nacional era a única alternativa viável para reunir os recursos humanos e materiais necessários à implementação do levantamento, com a rapidez que se fazia necessária e custos compatíveis com os recursos financeiros disponíveis. Contudo, não se pode conceber que um trabalho de tamanha envergadura, importância e custo financeiro fique a mercê da boa vontade das instituições executoras, sem um processo mais consistente de compromisso e, sobretudo, de controle.

4.4. METODOLOGIA

No que se refere aos aspectos metodológicos empregados no inventário nacional há que se destacar a importância e necessidade de uma definição prévia das metodologias.

A metodologia padronizada definida pela Comissão, para o inventário dos reflorestamentos, foi eficiente, apropriada, oportuna e de fundamental importância para a homogeneidade dos resultados obtidos. No entanto, o mesmo não aconteceu com o inventário das florestas nativas, cuja diversidade de metodologias proporcionou resultados distintos, difíceis de serem agregados a nível nacional.

Alguns fatores responsáveis por essa desuniformidade merecem ser destacados: inicialmente, embora a Comissão criada pelo IBDF tenha recomendado o inventário de todos os recursos florestais, a decisão foi de realizar apenas o inventário dos reflorestamentos. Com isso, a Comissão só definiu a metodologia aplicada à este inventário; posteriormente, surgiu a oportunidade, anteriormente referida, de realizar também o inventário das florestas nativas e o levantamento do uso atual do solo, quando o primeiro inventário encontrava-se em plena execução. Além disso, o tempo disponível para sua execução era extremamente limitado, o que impediu uma discussão, preparo prévio e uniformização da metodologia, em que pese a tentativa empreendida pela Universidade Federal do Paraná, através do Prof. Sylvio Péllico Netto, para o inventário das florestas nativas. Outro fator que contribuiu para a não adoção de métodos e procedimentos padronizados foi a diferença de elementos básicos disponíveis nos Estados, tais como mapa-base, grau de atualização e escalas de fotografias aéreas, entre outros.

Com isso não se quer dizer que os procedimentos definidos pelas instituições executoras, para cada caso em particular, não tenham sido adequados. Porém, caso o inventário tivesse seqüência, seria imprescindível a padronização metodológica já na segunda ocasião, acarretando perda de informações preciosas sobre a dinâmica das florestas e custos adicionais para a instalação de uma nova estrutura de amostragem.

4.5. TEMPO DISPONÍVEL

O tempo inicial fixado para a realização do inventário dos reflorestamentos foi suficiente e adequado. Porém o acréscimo do inventário das florestas nativas e levantamento do uso atual do solo, para execução simultânea, sobrecarregou demasiadamente as instituições que assumiram todos os trabalhos, uma vez que os recursos humanos e materiais eram praticamente os mesmos. A limitação de tempo prejudicou, em parte, a realização de um trabalho mais criterioso e melhor elaborado. Todavia, a maioria das instituições conseguiu concluir seus trabalhos dentro dos prazos

fixados, realizando a quantidade de trabalho, com o grau de aprimoramento, que foi possível.

4.6. RECURSOS FINANCEIROS

Os recursos financeiros foram negociados, pelo IBDF, com cada uma das instituições executoras. Porém a negociação não deixava margem para discussão, uma vez que o IBDF havia feito uma divisão básica dos recursos disponíveis, por Estado ou Região.

Em se tratando de recursos financeiros limitados, o planejamento dos trabalhos foi feito a partir dos recursos disponíveis para cada Estado ou Região, dimensionando-se a intensidade de amostragem possível de ser realizada e o elenco de dados que poderiam ser coletados. Esse foi o fator responsável pela variação da intensidade de amostragem aplicada no inventário das florestas nativas.

4.7. DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados de um inventário florestal mantém a referência temporal de sua realização e tornam-se desatualizadas com o passar do tempo. Neste aspecto, o IBDF publicou os relatórios dos inventários da região Sul e uma Síntese dos Resultados do inventário nacional, porém sua divulgação ficou restrita aos órgãos públicos federais e estaduais e entidades do setor florestal.

Acredita-se que este trabalho deveria ter merecido uma divulgação mais ampla, que ultrapassasse os meios técnicos-científicos e atingisse a sociedade como um todo. Neste particular, poder-se-ia ter usado a experiência do México, que tem divulgado as informações através de Notas do Inventário Florestal Nacional, e procura esclarecer a sociedade sobre o trabalho, como é o caso da Nota IFN Nº 30 com o título: **“O que é, o que faz e que importância tem o inventário florestal nacional”**. Desse modo, poder-se-ia ter aproveitado melhor os resultados de um trabalho inédito e

de alto custo, principalmente na educação formal de primeiro e segundo graus e nos programas de extensão rural.

4.8. USO DAS INFORMAÇÕES

A análise da experiência internacional mostrou que os inventários florestais nacionais são realizados com o objetivo de fornecer informações para o planejamento e controle da utilização dos recursos florestais a nível nacional e regional.

Na apresentação da Síntese do Resultados do Inventário Florestal Nacional (IBDF, 1983 p.7) consta:

“Dado o caráter estratégico de um Inventário Florestal Nacional, o seu conteúdo necessariamente apresenta informações capazes de permitir a avaliação dinâmica temporal dos recursos florestais e de subsidiar o processo decisório no que se refere a diretrizes nacionais/regionais de utilização e preservação destes recursos”.

Considerando-se os objetivos gerais que norteiam a realização de inventários florestais nacionais, que no caso do Brasil não eram diferentes, conforme citação acima, constata-se que o inventário florestal nacional do Brasil não atingiu o objetivo de subsidiar o processo decisório nas diretrizes nacionais e regionais de utilização e preservação dos recursos florestais. Isto porque, após o inventário, nenhuma medida foi tomada visando planejar o uso dos recursos florestais embasada nas informações apresentadas pelo inventário.

Depreende-se desses fatos que o inventário, ou não forneceu os subsídios necessários, ou não foi entendido por quem detinha o poder de decisão.

4.9. BANCO DE DADOS

No inventário florestal nacional foi coletado um número expressivo de dados e também apresentado um volume significativo de informações. Contudo, esses dados e informações não foram organizados e armazenados em um banco de dados, que permitisse acesso aos usuários e possibilitasse maior uso dessas informações.

4.10. CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que:

a) O primeiro inventário florestal nacional do Brasil foi originado pela necessidade de avaliar a eficácia com que os recursos incentivados estavam sendo utilizados no programa de reflorestamento; pela busca de fontes alternativas de energia, face a crise energética que assolou o país na década de 70; e, principalmente, pelo idealismo de um grupo de técnicos do IBDF;

b) O inventário florestal nacional não teve a continuidade prevista porque os incentivos fiscais ao reflorestamentos foram extintos, a crise energética dos anos 70 foi debelada e as novas administrações do IBDF, bem como as entidades do setor florestal, não se empenharam para que o programa seguisse a trajetória planejada;

c) O planejamento do inventário ignorou uma das fases de maior importância, que é a discussão com os usuários potenciais das informações;

d) A estrutura de execução do inventário foi frágil e deficiente em vários aspectos, principalmente em relação à qualidade dos trabalhos executados e ao cumprimento das cláusulas acordadas;

e) Os instrumentos de Convênios e Ajustes, usados para integrar as instituições executoras ao trabalho, propiciaram ao IBDF a agilidade necessária e a dispensa de licitação, entretanto, dificultaram o acompanhamento e controle da execução do inventário;

f) A autonomia de ação das instituições executoras fez com que nenhuma delas cumprisse integralmente todos os compromissos assumidos;

g) A metodologia padronizada, para o inventário dos reflorestamentos, foi eficiente, apropriada e indispensável para manter uniformidade nos resultados obtidos, enquanto que a diversidade de metodologias empregadas no inventário das florestas nativas proporcionou resultados distintos, difíceis de serem agregados a nível nacional, que poderia ocasionar perda de informações e custos adicionais quando fossem padronizadas;

h) O tempo disponível foi insuficiente e os recursos financeiros foram limitados para a realização de um trabalho mais criterioso e melhor elaborado;

i) O inventário e seus resultados mereciam uma maior divulgação, que transcendesse o meio técnico-científico e atingisse, principalmente os educandários de primeiro e segundo graus, programas de extensão rural e outros setores da sociedade;

j) O inventário florestal nacional não subsidiou decisões referentes as diretrizes nacionais e regionais de utilização e preservação dos recursos florestais, uma vez que nenhuma medida nesse sentido foi tomada com base nas informações do inventário;

k) O IBDF perdeu a oportunidade de implementar um banco de dados, mediante a reunião, organização e armazenamento dos dados e informações coletadas no inventário.

5. PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL PARA O BRASIL

A proposta de um sistema de inventário florestal nacional para o Brasil baseia-se na experiência internacional, apresentada no capítulo 3, e na experiência adquirida durante a realização do primeiro inventário florestal nacional do país. Esta proposta foi elaborada para servir de base e discussão no momento da implantação definitiva do inventário florestal nacional do Brasil, bem como de inventários Estaduais e Regionais.

A elaboração da proposta de um sistema de inventário florestal nacional para o Brasil, parte da identificação dos problemas que o país enfrenta na administração dos recursos naturais, especialmente dos recursos florestais e adoção de políticas de desenvolvimento, para os quais o sistema deverá auxiliar na busca de soluções apropriadas.

Os principais problemas enfrentados na adoção de políticas e administração dos recursos florestais do país são os seguintes:

a) A legislação florestal vigente, ditada a nível nacional pela Lei 4.771/65 (Código Florestal) e concorrentemente, a nível estadual, pelos Códigos Florestais Estaduais, é apropriada para disciplinar o uso dos recursos florestais, mas não dispõe de instrumentos de controle para avaliar sua adoção e cumprimento;

b) Não se conhece, com precisão, a extensão florestal do país, por tipo florestal, Região e Estado, bem como suas taxas de mudanças com o tempo, nem a área reflorestada anual ou periodicamente;

c) Não existe um programa de suprimento e demanda de produtos florestais, que indique as necessidades de curto, médio e longo prazos, a nível nacional e estadual, e os meios disponíveis para satisfazê-las;

d) Não se dispõe de políticas de desenvolvimento, que estimulem o manejo de florestas produtivas, em base sustentável, visando aumentar a oferta de produtos ao

mercado interno e gerar excedentes para exportação;

e) Não se conhece o crescimento das florestas do país, o que impede uma correta avaliação dos planos de manejo apresentados ao Poder Público e a definição do corte permitido, anual ou periodicamente, a nível de propriedade, de Estado e do País;

f) Os planos de manejo aplicados às florestas, em geral, são meros planos de exploração florestal, que promovem intervenções muito intensas, retirando as espécies de maior importância comercial, e não incluem os tratamentos silviculturais necessários, para manter ou melhorar a produção florestal;

g) Não existe controle sobre o uso da terra, conforme sua capacidade e aptidão, que indique as áreas que devem ser mantidas com florestas, as que devem ser reflorestadas, as que devem ser usadas para pastagem e aquelas com aptidão agrícola, visando conservar e manter a estabilidade dos demais recursos naturais renováveis;

h) Não se dispõe de políticas e programas eficientes para a conservação dos solos, da flora, da fauna e dos recursos hídricos, nem controle dos níveis de poluição dos solos e da água, causada pela aplicação intensiva de agrotóxicos;

i) O órgão responsável pela administração dos recursos naturais renováveis do país não possui um banco de informações sobre estes recursos, tampouco reúne as informações geradas por instituições públicas ou privadas.

Estes e outros problemas limitam as ações de governo, as quais, quando implementadas carecem de informações básicas que poderiam torná-las mais eficientes, apropriadas e corretas.

5.1. BASES PARA A ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA

O sistema de inventário florestal nacional considera alguns aspectos básicos, que são indispensáveis ou que podem auxiliar sua implementação, consoante com as disponibilidades e necessidades do país:

a) Muitos levantamentos dos recursos florestais do país são realizados por órgãos públicos e privados, algumas vezes superpostos, duplicando esforços e recursos, os quais poderão ser evitados ou integrados ao inventário florestal nacional;

b) O Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal da Amazônia constitui o único levantamento sistematizado de florestas realizado no país;

c) O Brasil não dispõe de fotografias aéreas atualizadas e em escala adequada, que possam ser utilizadas no sistema, para o mapeamento e estratificação das áreas florestais, e do uso atual da terra;

d) As cartas geográficas do Exército constituem material básico importante para o inventário florestal nacional, entretanto necessitam atualização;

e) O Brasil possui um mapa padronizado dos recursos florestais, elaborado pelo Projeto RADAMBRASIL, que cobre todo o país;

f) O Estado de São Paulo possui base cartográfica digitalizada, com mapa atualizado da cobertura florestal na escala 1:50.000;

g) O uso exclusivo de imagens de satélite no sistema é limitado pela ocorrência de nuvens, sombras nas áreas acidentadas e pela impossibilidade de classificar tipologias de florestas nativas, mas poderão ser usadas para atualizar os mapas do Projeto RADAMBRASIL;

h) A heterogeneidade das florestas brasileiras inviabiliza a utilização de um procedimento metodológico único no sistema, que possa ser aplicado à todo o país;

i) O sistema deverá envolver técnicas modernas de processamento de dados, tratamento de imagens, transmissão remota de informações e o emprego de um sistema de informações geográficas;

j) O sistema deverá contar com o apoio e suporte científico das Universidades que possuem Cursos de Engenharia Florestal, da EMBRAPA, INPE, INPA e outras instituições de pesquisa.

5.2. OBJETIVOS

O sistema de inventário florestal nacional proposto para o Brasil tem como objetivo principal fornecer, periodicamente, informações atualizadas, suficientes e confiáveis sobre o estado dos recursos florestais e suas mudanças com o tempo, para embasar a definição de políticas florestais, a administração dos recursos florestais do

país e a elaboração de planos estratégicos, de curto e longo prazos, para o desenvolvimento e uso das florestas a nível nacional, regional e estadual.

Os objetivos específicos do sistema são apresentados em linhas gerais, reportando as experiências adquiridas no primeiro inventário nacional, somadas às recomendações de pesquisadores dos países que já executam inventários florestais nacionais, porém deverão ser reavaliados oportunamente, visando contemplar necessidades adicionais de informações existentes nos setores público e privado, a nível estadual, regional e nacional. O sistema deverá fornecer as seguintes informações:

a) A área coberta por florestas nativas e plantadas, por tipo florestal, por categoria de função e de propriedade, por Microrregião Homogênea, por Estado e para o País, bem como as mudanças que nelas ocorrem com o tempo;

b) A composição florística e a estrutura fitossociológica das florestas, por tipo florestal, por Microrregião Homogênea e Estado;

c) Os volumes médios e totais do estoque de crescimento, por tipo florestal, espécie, classe de diâmetro, classe de qualidade do fuste, classe de sanidade e classe de utilização comercial, por Microrregião Homogênea, por Estado e para o País;

d) A abundância da regeneração natural, por tipo florestal e espécie, por Microrregião Homogênea e Estado;

e) O crescimento periódico das florestas, em diâmetro, altura, área basal e volume, por tipo florestal e espécie, por Microrregião Homogênea, por Estado e para o País;

f) O ingresso ou recrutamento periódico nas florestas, por tipo florestal e espécie, por Microrregião Homogênea, por Estado;

g) A mortalidade periódica nas florestas, por tipo florestal e espécie, por Microrregião Homogênea, por Estado e para o País;

h) A intensidade de cortes e desbastes, através do levantamento de tocos, por tipo florestal e espécie, por Microrregião Homogênea, por Estado e para o País;

i) Ocorrência de danos nas florestas, causados por incêndios, pragas, doenças, poluição, ventos, etc.;

- j) Área de florestas submetida ao uso múltiplo, por tipo florestal, por Microrregião Homogênea, por Estado e para o País;
- k) Condição silvicultural das florestas e práticas necessárias para os próximos 5 e 10 anos por tipo florestal, por Microrregião Homogênea e Estado;
- l) Ocorrência de espécies da fauna, por Microrregião Homogênea e Estado;
- m) Áreas de culturas agrícolas, pastagem, capoeiras, espelhos de água, pântanos, infra-estrutura, mineração, degradadas, sem uso definido, não utilizadas e desmatadas, por Microrregião Homogênea, por Estado e para o País;
- n) Parâmetros recreacionais e eco-turísticos (localização, acesso, condições para visitação pública, etc.).

5.3. IMPORTÂNCIA DO INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL PARA O BRASIL

A história mostra, que a maioria dos países desenvolvidos utilizaram o capital oriundo dos recursos naturais, especialmente dos florestais, para alavancar seus processos de desenvolvimento. Mostra também que, hoje, estes países são detentores de coberturas florestais expressivas. Mesmo os países assolados pela destruição durante os conflitos internacionais, encontraram no uso e desenvolvimento dos recursos florestais a mola propulsora para sua reconstrução, uma vez que as florestas representavam a principal fonte de energia e de material de construção, vitais para a sobrevivência de suas populações.

Todos estes países reconheceram, há muito tempo, o valor e a importância dos recursos florestais, não apenas como fonte energética e de matéria-prima, mas principalmente para a conservação e estabilidade dos demais recursos naturais renováveis.

O Brasil também vem utilizando seus recursos florestais, desde seu descobrimento, como um dos fatores de promoção de seu desenvolvimento. Todavia, mesmo após 5 séculos, ainda não reconhece integralmente o valor e a importância dos mesmos. Apesar de contar com uma legislação florestal e ambiental satisfatória,

continua usando seus recursos florestais sem critérios técnicos apropriados e uma base sólida de informações, que permita definir onde, quando, como e em que quantidade estes recursos podem e devem ser utilizados.

O sistema de inventário florestal nacional poderá suprir, de maneira eficiente e confiável, estas deficiências, servindo de suporte para alterar a forma como os recursos são administrados atualmente, centrado nas ações de fiscalização e poucas ou nenhuma ação de desenvolvimento. Isto fará com que os recursos florestais, de um lado, deixem de ser sub ou superutilizados e sejam aproveitados de acordo com seu potencial produtivo; por outro lado, fará com que se mude um conceito bastante freqüente entre os proprietários florestais, que considera as florestas como áreas perdidas, ociosas e improdutivas, uma vez que o IBAMA e os Órgãos Florestais Estaduais impõem muitas dificuldades para o aproveitamento dos produtos e subprodutos nelas produzidos. Com isso, os proprietários não vêem a floresta como uma atividade econômica atraente e importante, mas como um empecilho para um uso alternativo desburocratizado destas áreas. A consequência lógica destes fatos é o desmatamento completo ou gradativo de suas áreas florestais, à medida que conseguem permissão, ou mesmo à revelia das normas legais.

Entre os benefícios que um sistema de inventário florestal nacional traria para o Brasil, a definição do corte permitido ou grau de utilização dos recursos florestais, anual ou periodicamente, ajustado à produção sustentada, assume destacada importância porque, além de dimensionar a produção potencial dos recursos florestais do país, estimularia a atividade florestal, colocaria o Brasil na posição que lhe cabe no cenário internacional como produtor florestal, com resultantes sócio-econômicos significativos.

A internacionalização das economias nacionais determinou a inserção do país nos programas de qualidade total, norteados pela obtenção de Certificados de Qualidade definidos pelas normas técnicas da série ISO 9.000, para as indústrias e prestação de serviços, e pela ISO 14.000, a ser definida para o meio ambiente.

A Certificação de Origem dos Produtos Florestais, exigida pelo mercado internacional, representa o primeiro passo no sentido de inserir os países produtores no

programa de qualidade total do meio ambiente. E, neste aspecto, o inventário florestal nacional assume sua maior importância, uma vez que não se pode implantar um programa de qualidade para algo que não se conhece.

Além disso, daria ao país os argumentos técnicos indispensáveis para contrapor os movimentos internacionais, que começam exigir garantias de manejo sustentável dos recursos florestais do Brasil.

As informações periódicas do inventário florestal nacional forneceriam as bases decisórias para a definição e implementação de políticas florestais, a nível nacional e estadual, bem como para o aprimoramento da legislação florestal e ambiental, e principalmente para a implementação do programa de qualidade ambiental. Essa base de informações permitiria elaborar planos de curto, médio e longo prazos, para o desenvolvimento, conservação e uso sustentável dos recursos florestais, sem degradar o meio ambiente. Nestes planos poderiam ser incluídos:

- a) Aprimoramento na classificação do uso atual e potencial da terra;
- b) Implementação de uma infra-estrutura básica para a ação integrada de apoio ao desenvolvimento florestal, como um banco de sementes com qualidade genética comprovada, apoio técnico e científico, etc.;
- c) Criação de um plano nacional de proteção florestal, incluindo os problemas de pragas, doenças, incêndios, etc.;
- d) Criação de um plano nacional de manejo e conservação de bacias hidrográficas, visando proteger o fornecimento de água às populações;
- e) Criação de um plano nacional de manejo de áreas silvestres, públicas e privadas, objetivando proteger a fauna e a flora, bem como propiciar educação ambiental e recreação para a sociedade;
- f) Formulação de um plano nacional de desenvolvimento da indústria florestal, em função da disponibilidade de matéria-prima existente, da produção potencial, e da análise do mercado;
- g) Elaboração de um plano nacional de manejo dos recursos florestais, incluindo as áreas de propriedade do governo e privada;
- h) Programação das pesquisas florestais necessárias, para garantir o êxito das

decisões propostas ao desenvolvimento do setor florestal;

i) Planejamento orçamentário e definição das fontes de recurso para a execução dos planos de ação;

j) Avaliação da legislação vigente e proposição de normas legais;

5.4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SISTEMA

Analisando-se a experiência internacional em sistemas de inventários florestais nacionais e reportando-se à realidade florestal brasileira, propõe-se um sistema de inventário florestal nacional para o Brasil, com as seguintes características gerais, em conformidade com CUNIA (1985 p.6-17):

a) Um sistema independente, para garantir uniformidade de definições, critérios, procedimentos de levantamento, e referência temporal das informações. Apesar de estatisticamente independente, o sistema poderia servir de base e integrar outros sistemas que viessem a ser implementados a nível estadual ou regional;

b) Um sistema com estrutura de amostragem estatisticamente apropriada, eficiente e sem tendências, para permitir o cálculo de estimativas válidas dos parâmetros de interesse, com os respectivos erros;

c) Um sistema amplo, integrado e de múltiplos recursos da floresta, que não se restrinja à avaliação dos recursos madeireiros apenas, mas envolvendo todos os seus recursos, incluindo biomassa total, frutos, casca, sementes, látex e resinas, etc., bem como a vegetação, solo, água, animais silvestres e seus habitats, insetos, potencial de uso múltiplo, recreação, turismo, entre outros;

d) Um sistema flexível e dinâmico, que permita fácil adaptação à inovações tecnológicas, novas necessidades de informações e de precisão. Estas características farão com que o sistema se torne viável técnica, econômica e socialmente, racionalize os recursos investidos e forneça maiores benefícios ao país.

A proposta do sistema de inventário florestal nacional para o Brasil foi elaborada, a partir da análise e definição de três estruturas principais: a institucional, a metodológica e a operacional.

5.5. ESTRUTURA INSTITUCIONAL DO INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL

A experiência internacional em inventário florestal nacional, descrita no capítulo 3, mostra que existem diferentes organizações institucionais para a realização de seus inventários.

Na Europa, a Suécia realiza seu inventário nacional através do Departamento de Levantamentos Florestais, criado com esta finalidade na Escola de Florestas da Universidade de Ciências Agrícolas da Suécia; o inventário da Finlândia é conduzido pelo Instituto Finlandês de Pesquisa Florestal, instituição ligada ao Ministério da Agricultura e Florestas; o da Suíça é coordenado pela Agência Federal de Florestas e executado pelo Departamento de Inventário Florestal Nacional do Instituto Federal de Pesquisas Florestais; o da Holanda é um projeto cooperativo entre o Serviço Florestal, do Ministério da Agricultura, e a Agência Central de Estatísticas do Ministério da Economia; e o da Espanha é realizado pela Seção de Inventários e Mapas do Instituto para a Conservação da Natureza (ICONA).

Na América do Norte, o inventário dos Estados Unidos é realizado pelas unidades de Inventário Florestal e Análises (FIA), situadas nas Estações Experimentais Florestais, do Serviço Florestal do Departamento de Agricultura (USDA Forest Service), através de projetos regionais independentes; o inventário nacional do Canadá resulta dos inventários das Províncias, os quais são realizados pelos Órgãos Florestais Provinciais, de modo autônomo e independente.

Na América Latina, o México realiza seu inventário florestal nacional através do Instituto de Investigações Florestais, da Subsecretaria Florestal e da Fauna.

No Brasil, o inventário florestal nacional é uma atribuição do Ministério do Meio Ambiente, o qual deve ser realizado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, ou o órgão específico que o suceda. A Constituição Federal estabelece a execução concorrente da política florestal e ambiental nos Estados pelos governos estaduais. Portanto, a estrutura institucional deve integrar e articular as esferas federal e estadual de competências e decisões, bem como os recursos humanos

e materiais disponíveis nas Instituições Públicas do país, para que o trabalho mantenha uniformidade a nível nacional, atenda as demandas adicionais e específicas de informações dos Estados, e assegure sua continuidade.

Analisando-se a experiência internacional de como as instituições foram organizadas, para a realização dos inventários nacionais, chama a atenção os casos da Suécia, Finlândia, Suíça e México. Estes países realizam seus inventários nacionais através de Escolas de Florestas e Instituições de Pesquisas Florestais. A Suécia e a Finlândia foram os pioneiros, contam com uma experiência de mais de 70 anos, mas os quatro países possuem os sistemas mais completos e eficientes de inventário florestal nacional. A explicação lógica deste fato é que a realização de inventários florestais nacionais tem alto custo e, por isso, necessita muita pesquisa e incorporação de novas tecnologias, para reduzir os custos do levantamento e aumentar o rendimento das tarefas, sem prejudicar a qualidade e precisão das informações.

No caso do Brasil, a estrutura institucional do inventário florestal nacional poderia seguir a sugestão apresentada por PÉLLICO NETTO (1981), com as adequações necessárias, organizada em três níveis operativos, caracterizando uma concepção integrativa de opiniões e uma estrutura descentralizada de execução. Os três níveis operativos seriam: uma coordenação política nacional, uma coordenação técnica nacional e coordenações técnicas regionais.

5.5.1. Coordenação política nacional

A coordenação política nacional, integrada pelos governos federal e estaduais, teria a função de formular os objetivos gerais a serem alcançados pelo inventário florestal nacional. Esta coordenação, liderada pelo Ministério do Meio Ambiente, deveria integrar os Ministérios que tenham interesse direto ou indireto nos resultados do inventário e as Secretarias Estaduais responsáveis pela execução da política florestal nos Estados. Os representantes destes órgãos constituiriam o Conselho Consultivo de Planejamento.

5.5.2. Coordenação técnica nacional

A coordenação técnica nacional, com a participação de professores de Inventário Florestal das Escolas de Engenharia Florestal do país, teria a função de elaborar os planos técnicos e organizacionais necessários, para alcançar os objetivos gerais formulados pelo Conselho Consultivo de Planejamento, e coordenar todas as tarefas do inventário a nível nacional. À esta coordenação caberia elaborar o planejamento metodológico básico do inventário, visando estabelecer uniformidade a nível nacional, a programação orçamentária, definir a forma de execução, avaliar os resultados obtidos e implementar as mudanças necessárias para melhorar a eficiência do levantamento.

Além disso, seria responsável pelo treinamento das equipes, pela reunião de todas as Instituições participantes para a concentração de esforços no levantamento das regiões mais difíceis, como a Amazônica, por exemplo, pela reunião dos dados levantados em cada Estado e processamento das informações a nível nacional, pela manutenção de um banco de dados, etc.

A coordenação técnica nacional poderia ser realizada através de três alternativas de organização, visando racionalizar recursos financeiros, materiais e humanos:

a) A primeira, seria uma organização similar àquela utilizada para a realização do primeiro inventário nacional.

Neste caso, o IBAMA ou seu sucessor coordenaria o levantamento a nível nacional e as Universidades executariam o trabalho em suas regiões de atuação. Esta estrutura funcionou, quando o governo federal possuía um órgão florestal específico, o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF. Mesmo assim, o inventário só foi realizado porque o país estava preocupado com a crise energética enfrentada na década de 70. Por isso, com a estrutura atual do IBAMA, acredita-se que um programa desta envergadura teria dificuldades de implementação, uma vez que nenhuma ação nesse sentido foi desenvolvida nos últimos 12 anos, mesmo sendo uma atribuição de sua exclusiva competência e responsabilidade. Em consequência desta inércia, os

Estados vêm procurando suprir estas deficiências, como é o caso de São Paulo.

Contudo, poderia ser funcional e efetiva se o Serviço Florestal brasileiro fosse reformulado, o inventário florestal nacional fosse institucionalizado como um instrumento auxiliar permanente de controle e execução da política florestal, contando com orçamento específico, e a articulação com as Universidades fosse feita mediante convênios permanentes, que permitissem um acompanhamento e controle efetivos e que fossem reavaliados a cada ciclo do inventário.

b) A segunda alternativa, baseada no exemplo da Suécia, seria a reativação, pelo IBAMA, da Coordenação Técnica Nacional, composta por professores de Inventário Florestal das Escolas do país, e sua instalação dentro de uma das Universidades, onde seria criada toda a infra-estrutura do levantamento.

Esta estrutura teria três vantagens importantes: a primeira delas, seria a utilização de recursos humanos altamente qualificados, tanto de professores como de estudantes, bem como de materiais disponíveis, a custos relativamente baixos; a segunda, seria a existência de 17 Escolas de Florestas em Universidades distribuídas em todo o país, as quais constituem ponto de apoio para o inventário nacional; e a terceira, seria uma maior dificuldade de eventuais desvios nos objetivos do levantamento por ocasião das mudanças de governo.

c) A terceira alternativa, seria o IBAMA delegar a Coordenação Técnica Nacional do Inventário Florestal para o Centro Nacional de Florestas da EMBRAPA, em Colombo - PR, a exemplo da Suíça e México.

Neste caso, o Centro Nacional de Florestas coordenaria a execução do levantamento, em conjunto com as Universidades e demais Instituições de Pesquisa Florestal, constituindo um programa de pesquisa específico e permanente.

Uma das vantagens desta estrutura seria uma maior agilidade na articulação interinstitucional e na alocação de recursos financeiros, facultado à EMBRAPA pela condição de empresa pública. Por outro lado, seriam maiores as dificuldades de integração de uma empresa pública com autarquias, para a execução do levantamento nacional, devido as diferenças nas políticas salariais e benefícios trabalhistas, que poderiam gerar descontentamento e desagregação das Instituições participantes.

5.5.3. Coordenações técnicas regionais

As coordenações técnicas regionais seriam instaladas junto aos Órgãos Florestais dos Estados, ou das Universidades participantes do inventário, com a função de executar o levantamento nos Estados.

À estas coordenações caberia levantar as demandas de informações adicionais do inventário, junto aos setores público e privado, definir prioridades e analisar a possibilidade de inseri-las no levantamento.

Aos Órgãos Florestais Estaduais, que estivessem implantando ou já realizassem inventários florestais a nível estadual, seria dada a preferência para a execução do inventário nacional em seus estados. Isto enriqueceria as informações já obtidas e a estrutura do inventário nacional poderia ser usada como base para o estadual, integrando os dois inventários. Todavia, nada impediria que as Universidades participassem conjuntamente na execução do levantamento.

Do mesmo modo, os Estados que não possuíssem inventários florestais, porém seus Órgãos Florestais desejassem participar do inventário nacional, caberia à coordenação regional definir a forma mais adequada da participação conjunta com a Universidade encarregada do levantamento nesse Estado.

Caberia também às coordenações técnicas regionais o processamento dos dados e elaboração dos relatórios dos inventários dos Estados, bem como a manutenção de cópias dos dados, mapas, fotografias aéreas, etc. e a organização de bancos de dados e informações florestais.

5.6. ESTRUTURA METODOLÓGICA DO SISTEMA

A proposta da estrutura metodológica do sistema baseia-se na experiência internacional, apresentada no capítulo 3, e visa oferecer subsídios à discussão sobre o inventário florestal nacional do Brasil, na oportunidade de sua implantação.

5.6.1. Periodicidade do inventário florestal nacional

A experiência internacional mostra que a maioria dos países repetem seus inventários florestais nacionais a cada 10 anos. Contudo, deve-se considerar que o ritmo de crescimento das florestas nesses países, na maioria dos casos, é baixo, o que determina, muitas vezes, ciclos de maturação das árvores superiores a 100 anos.

No caso do inventário florestal nacional do Brasil, a periodicidade de 10 anos seria adequada para as florestas nativas, mas inadequado para as florestas plantadas de rápido crescimento como os eucaliptos, por exemplo, que manejadas em talhadia simples, para produção de madeira para celulose, tem seu ciclo completado aos 7 anos. Assim, o tempo decorrido entre duas abordagens do inventário nacional seria suficiente para se plantar e colher uma floresta de eucaliptos. Dessa forma, seria impossível obter informações sobre crescimento dessas florestas.

Mesmo nos países que repetem seus inventários a cada 10 anos, a busca por informações sobre dinâmica e crescimento das florestas vem promovendo mudanças na sistemática de repetição dos inventários. A tendência nesses países, como já ocorre na Suécia e Finlândia, é repetir os inventários a cada 5 anos, mediante um processo anual contínuo em que 20% da estrutura total de amostragem é remedida a cada ano.

Diante disso, sugere-se que o inventário florestal nacional do Brasil seja implantado em 5 etapas, sendo uma região por etapa, em um período de 10 anos. Após a implantação, sugere-se que o inventário seja repetido a cada 5 anos.

5.6.2. Organização administrativa do sistema

A organização administrativa visa facilitar a execução do inventário florestal nacional, bem como estabelecer unidades para as quais os resultados deverão ser reportados. Desse modo, sugere-se que o inventário florestal nacional considere três níveis de divisão existentes no país: o primeiro, as Regiões Geográficas do país, constituiriam *regiões administrativas*; no segundo nível, as Unidades da Federação constituiriam *unidades administrativas*; e no terceiro nível, as Microrregiões

Homogêneas do país constituiriam *subunidades administrativas*.

5.6.2.1. *Regiões administrativas*

As cinco regiões administrativas do inventário, com sua área total, são apresentadas na tabela 6. Dado a extensão territorial do país, a infra-estrutura, recursos humanos, materiais e financeiros necessários para a implantação total do inventário em curto espaço de tempo, sugere-se também nesta tabela a seqüência de execução do levantamento, partindo-se do Norte em direção ao Sul do país, e o tempo previsto para a conclusão de cada região administrativa.

TABELA 6: Regiões administrativas, área total, ordem de implantação do inventário e tempo previsto para sua conclusão.

REGIÃO ADMINISTRATIVA	ÁREA TOTAL (km^2)	ORDEM	ANO
Norte	3.581.180	1	1° ao 4°
Centro-Oeste	1.879.455	2	5° e 6°
Nordeste	1.548.672	3	7° e 8°
Sudeste	924.935	4	9°
Sul	577.723	5	10°
TOTAL	8.511.965		10

5.6.2.2. *Unidades administrativas*

Os Estados, Território e Distrito Federal constituiriam 28 unidades administrativas do inventário, para as quais seriam apresentados resultados setorizados.

5.6.2.3. *Subunidades administrativas*

As subunidades administrativas seriam compostas pelas 360 Microrregiões Homogêneas do país. Dentro de cada unidade administrativa, as informações deveriam ser setorizadas por Microrregião Homogênea e, na medida do possível, por município.

5.6.3. Mapeamento e classificação de áreas florestais

O mapeamento da cobertura florestal dos Estados e do País seria realizado com base em fotografias aéreas ou imagens de satélite e radar. Em qualquer dos casos, visando manter uniformidade a nível nacional, deveria ser definido o mapa-base, sistema de classificação florestal, escalas e meios de atualização padronizados.

5.6.3.1. *Fotografias aéreas*

As fotografias aéreas disponíveis no país apresentam escalas e épocas de obtenção diferenciadas. Muitos Estados só dispõem das fotografias obtidas em 1975, na escala 1:100.000. Alguns poucos, possuem fotografias obtidas no início da década de 80, em escalas de 1:20.000 a 1:25.000. Estas fotografias poderiam servir de apoio aos trabalhos de campo, especialmente para a localização das unidades amostrais, mas não serviriam para o mapeamento detalhado da cobertura florestal, devido a desatualização.

Os sistemas de inventários florestal nacional analisados neste trabalho evidenciam que, com exceção da Suécia, todos os demais países utilizam fotografias aéreas para o mapeamento de suas coberturas florestais. A Suécia, até o sexto inventário concluído em 1992, não usou fotografias aéreas, devido ao seu custo e a dificuldade de organizar a interpretação manual na escala necessária. Tampouco usou imagens de satélite por julgar que os dados obtidos nas mesmas não eram satisfatórios. Contudo, está investigando a possibilidade de uso de imagens dos novos satélites.

A situação ideal para a implantação do inventário florestal nacional do Brasil, apesar do elevado custo, seria a realização de um vôo para a obtenção de fotografias aéreas atualizadas, em cada região. Estas fotografias aéreas poderiam ter escala entre 1:20.000 e 1:50.000, para atender, além do inventário florestal nacional, inúmeras utilizações a nível nacional, estadual e municipal, como planejamento do uso atual e potencial da terra, planejamento físico rural, planejamento militar estratégico, atualização das cartas geográficas do Exército, entre muitas outras.

Dado a importância e necessidade de uma cobertura fotográfica atualizada para o país, e considerando-se que o Ministério da Aeronáutica possui aeronaves específicas para tal fim, esta tarefa poderia ser atribuída a este Ministério, com a participação de empresas privadas.

A disponibilidade de fotografias aéreas traz consigo o ônus adicional da fotointerpretação. Contudo, apesar do dispêndio e morosidade deste processo, a interpretação das fotografias poderia ser transferida para uma base cartográfica e preparada para ser inserida em um sistema de informações geográficas, dotando o país de um instrumento moderno de planejamento, que facilitaria as atualizações futuras e o trânsito das informações entre as Instituições, através da informática.

5.6.3.2. *Imagens de satélite*

Além do uso de fotografias aéreas atualizadas, uma outra alternativa para o mapeamento da cobertura florestal seria o uso de imagens de satélite.

As limitações das imagens devem ser consideradas, principalmente no que se refere às questões de sombras nas áreas com relevo acidentado, de nuvens que dificultam ou impedem a interpretação dos detalhes, além da classificação de tipos florestais ou estratos e a diferenciação de áreas de florestas e áreas de capoeiras. São estas limitações as responsáveis pelo desuso de imagens de satélite na maioria dos sistemas de inventário florestal nacional analisados no capítulo 3.

O uso único e exclusivo de imagens de satélite para o mapeamento e cálculo de áreas florestais exige um intenso trabalho de campo para classificar diferentes tipos de vegetação, tipologias florestais ou espécies de florestas plantadas, o que na Região Amazônica, por exemplo, tornaria o inventário inexequível pelo seu custo final.

Entretanto, o problema poderia ser minorado com a associação de imagens de satélite e o mapa de vegetação produzido pelo Projeto RADAMBRASIL, o qual apresenta duas características importantes para ser usado como mapa base, que são: uniformidade e abrangência nacional. Desse modo, o mapa base seria atualizado com a interpretação de imagens recentes, conservando-se a classificação da vegetação

realizada pelo Projeto RADAMBRASIL.

Outro aspecto importante a considerar é que grande parte da Região Amazônica foi mapeada pelo Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal da Amazônia, com base em imagens de satélite.

No caso específico da Amazônia, o inventário florestal nacional poderia utilizar os mapas produzidos por esse Programa e solucionar o problema de classificação florestal, participação dos tipos florestais e cálculo das respectivas áreas, através da aplicação de um procedimento de amostragem em três estágios. Neste procedimento, o primeiro estágio seria a imagem de satélite; o segundo estágio seriam as fotografias aéreas que cobrem a imagem; e o terceiro estágio a unidade amostral de campo. Como todas as imagens seriam interpretadas, então o primeiro estágio seria amostrado totalmente; no segundo estágio, seria sorteado um determinado número de fotografias aéreas, dentre o conjunto delas que cobre a imagem. Estas foto-parcelas seriam interpretadas, classificando-se os tipos florestais, estratos e todos os detalhes necessários, e calculando-se as áreas respectivas. As áreas médias por foto-parcela seriam, então, extrapolada para a imagem; no terceiro estágio, a unidade conglomerada de campo estaria situada em uma das foto-parcelas interpretadas, amostrando um dos tipos ou estratos florestais classificados.

5.6.3.3. *Mapa base*

O mapa base mais apropriado para o inventário florestal nacional, quer usando fotografias aéreas atualizadas, quer usando imagens de satélite, é o do Projeto RADAMBRASIL, pelas características anteriormente citadas de uniformidade e abrangência nacional. Além disso, uma pequena parte desse mapa foi preparada para ser inserida em um sistema de informações geográficas, o que facilita sua atualização.

5.6.3.4. *Escala dos mapas*

No mapeamento, é de fundamental importância a padronização das escalas

de trabalho, as quais devem ser definidas a nível nacional, regional, estadual e municipal. Deve-se considerar também o precedente criado pelo Estado de São Paulo, mediante o mapeamento de sua cobertura florestal na escala 1:50.000.

Diante disso, sugere-se as seguintes escalas para os diferentes níveis de informação: 1:1.000.000; 1:100.000; 1:50.000 e 1:25.000, para os níveis nacional, região administrativa, unidade administrativa e subunidade administrativa, respectivamente.

5.6.3.5. Atualização dos mapas

Para a atualização dos mapas florestais, sugere-se que os mapas obtidos durante a implantação do inventário florestal nacional sejam preparados para compor um sistema de informações geográficas. Assim, nas ocasiões sucessivas do inventário, esses mapas seriam atualizados através de novas fotografias aéreas ou imagens de satélite.

5.6.4. Sistema de amostragem

No planejamento do sistema de amostragem, para o inventário florestal nacional do Brasil, foram considerados os seguintes aspectos:

a) O inventário florestal nacional seria do tipo contínuo, repetido a cada 5 anos, o qual forneceria informações sobre o estado corrente dos recursos florestais, bem como das mudanças ocorridas ao longo do tempo.

b) A experiência internacional mostrou que os sistemas de inventário mais eficientes usam estruturas amostrais temporárias, para estimar o estado corrente dos recursos florestais, e estruturas permanentes, para estimar as mudanças.

c) As estruturas amostrais deveriam atender as particularidades das florestas nativas e plantadas.

d) A Região Amazônica, devido a sua extensão e dificuldade de acesso, deveria receber uma estrutura de amostragem diferenciada, usando-se conglomerados

distribuídos com uma maior distância entre eles.

5.6.4.1. *Processo de amostragem em múltiplas ocasiões*

Considerando-se o aspecto citado acima no item a, sugere-se que o processo de amostragem em múltiplas ocasiões, para o inventário florestal nacional, seja a amostragem com repetição parcial (ARP), com 50% das unidades amostrais permanentes e 50% temporárias, sendo as unidades permanentes distribuídas sobre conglomerados permanentes e as temporárias sobre conglomerados temporários. Os conglomerados permanentes forneceriam informações relativas ao crescimento e dinâmica das florestas e os temporários, maior consistência nas informações sobre o estado das florestas em cada abordagem do inventário.

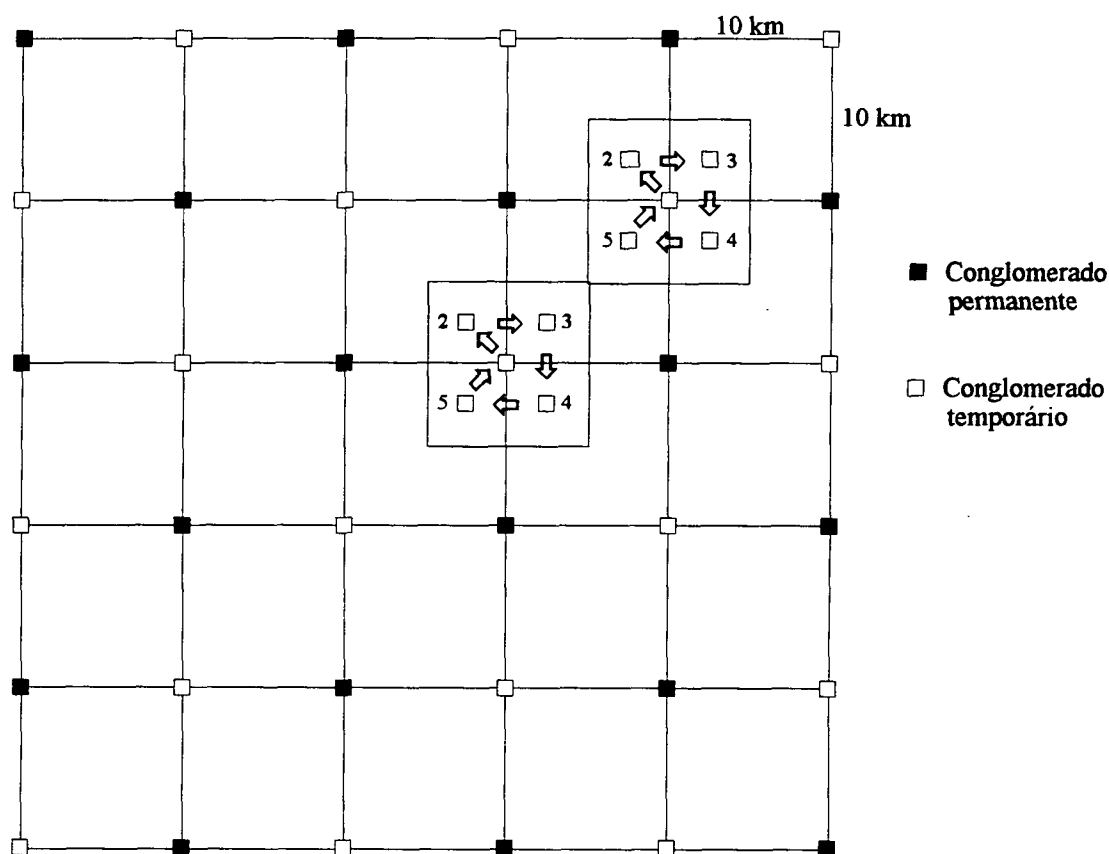
5.6.4.2. *Processo básico de amostragem*

Em conformidade com a experiência internacional, sugere-se, como processo básico de amostragem para o inventário, a amostragem sistemática com pós-estratificação.

A amostragem sistemática seria organizada sobre uma rede de 10 km x 10 km entre pontos, com exceção da região norte, onde a rede seria de 30 km x 30 km. Na área de influência das interseções das linhas da rede, seria instalado um conglomerado temporário ou permanente, diferenciado de acordo com o tipo de floresta e, no caso de floresta nativa, das condições de acesso à área. A distribuição dos conglomerados, na rede sistemática, seria intercalada como mostra a figura 13.

Como metade dos conglomerados seriam temporários, sua medição, a cada nova abordagem do inventário, seria feita conforme proposta apresentada por PÉLLICO NETTO (1981), que estabelece um rodízio por quadrantes, dentro de sua área de influência. Desse modo, na implantação do inventário os conglomerados temporários seriam instalados nas interseções das linhas equidistantes da rede.

FIGURA 13: Distribuição dos conglomerados na rede sistemática e procedimento de rodízio propostos para o IFN do Brasil.



A partir da segunda abordagem, a instalação dos conglomerados temporários obedeceria o rodízio por quadrantes, na seguinte sequência: quadrantes noroeste (2), nordeste (3), sudeste (4) e sudoeste (5), para a segunda, terceira, quarta e quinta abordagens, respectivamente (figura 13). Nas abordagens subsequentes, seria repetida a mesma sistemática de rodízio.

5.6.4.3. Conglomerados

Os conglomerados sugeridos, para o inventário florestal nacional, seriam de forma quadrada e de cruz, compostos por subunidades de área fixa, distribuídas a cada 100 metros de distância nas florestas nativas e a cada 75 m nas florestas plantadas. Os conglomerados seriam usados tanto para as florestas nativas como para as plantadas,

ocorrendo variações no tamanho e forma das subunidades.

Os conglomerados quadrados são justificados por ser a forma que minimiza o deslocamento improdutivo durante os trabalhos de campo, obtendo-se a maior eficiência na relação entre o tempo efetivo de medição e o tempo total de trabalho.

Já os conglomerados em forma de cruz são justificados pelos estudos realizados no Brasil (floresta tropical) e na Finlândia, comparando-se conglomerados em forma de quadrado com a forma de meio quadrado ("L"). Neste estudo, tomou-se conglomerados em forma de meio quadrado ("L") de tal modo que o comprimento de seus lados fosse igual ao perímetro do quadrado respectivo, concluindo-se que a precisão estatística do primeiro era maior do que a do segundo. Isto leva a crer que um conglomerado em forma de cruz poderia obter resultados similares, em termos de precisão, e constituir uma alternativa a ser pesquisada e analisada.

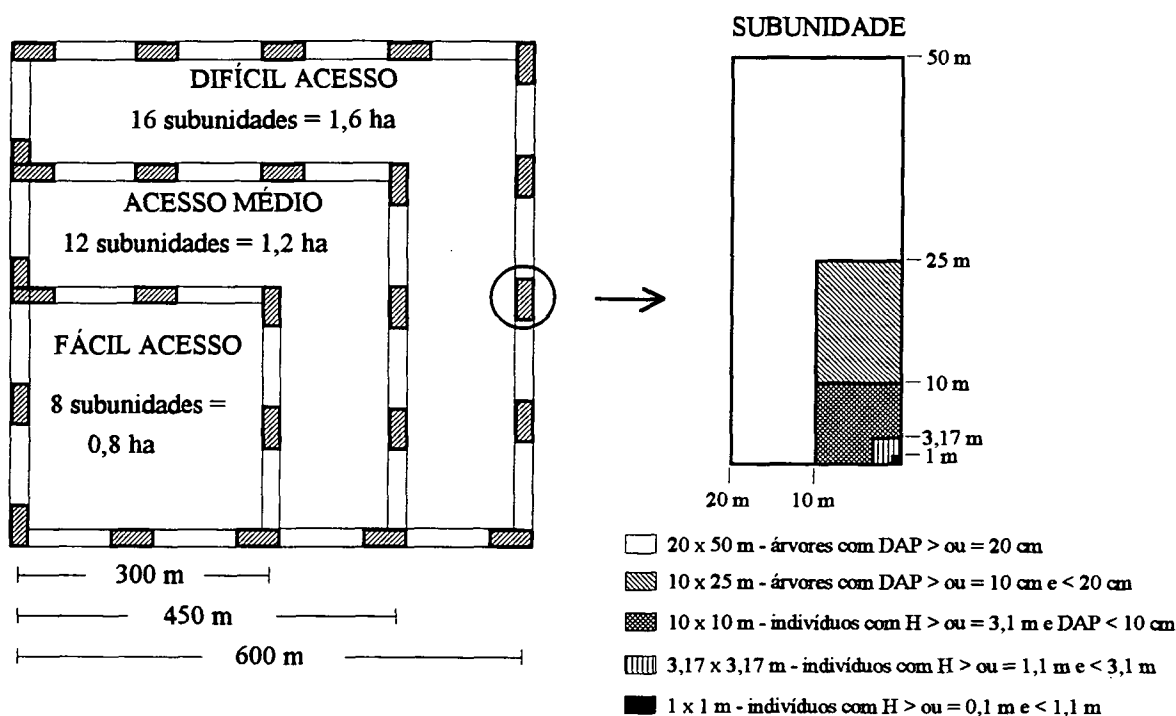
A sugestão da distância de 100 m, entre as subunidades do conglomerado, prende-se ao fato de que distâncias muito grandes reduzem a eficiência do trabalho de campo e distâncias muito pequenas aumentam a correlação entre as subunidades, diminuindo a contribuição das informações amostradas. As pesquisas desenvolvidas nesse sentido, especialmente nas condições da floresta tropical amazônica, indicaram que a distância ótima entre unidades do conglomerado cruz de malta é de 80 a 120 m (PÉLLICO NETTO, 1969 ; QUEIROZ, 1977).

Além disso, essa distância limita a área florestal mínima a ser amostrada à cerca de 10 ha, tendo em vista que o menor conglomerado cobre uma superfície de 9 ha, aspecto relevante para a amostragem das florestas da Região Sul.

5.6.4.3.1. *Conglomerado para florestas nativas subtropicais*

Para as florestas nativas subtropicais do país, propõe-se a aplicação de um conglomerado quadrado composto por subunidades retangulares, com 20 m de largura por 50 m de comprimento (1.000 m²), e diferenciado para três níveis de dificuldade de acesso à área: fácil, médio e difícil, como mostra a figura 14.

FIGURA 14: Conglomerado para florestas nativas subtropicais proposto ao IFN do Brasil.



Em condições de fácil acesso à área florestal, o conglomerado quadrado teria 300 m de lado e seria composto por 8 subunidades. Este conglomerado abrangeria uma área total de 9 ha e uma área amostrada de 0,8 ha.

Em condições médias de acesso, o conglomerado teria 450 m de lado e seria composto por 12 subunidades, cobrindo uma área total de 20,25 ha e uma área amostrada de 1,2 ha.

Em condições de difícil acesso, o lado do conglomerado teria 600 m e seria composto por 16 subunidades, cobrindo uma área total de 36 ha e uma área amostrada de 1,6 ha.

A subunidade deste conglomerado seria padrão, aplicada à todas as florestas nativas subtropicais, constituída por um retângulo de 20 m de largura por 50 m de comprimento (1.000 m^2), na qual seriam levantadas todas as árvores com $\text{DAP} \geq 20 \text{ cm}$. Esta subunidade seria dividida em 4 subamostras, como segue:

a) Um quadrado, com 1 m de lado (1 m^2), onde seriam levantadas as

ocorrências da regeneração com altura entre $\geq 0,1$ m e $< 1,1$ m;

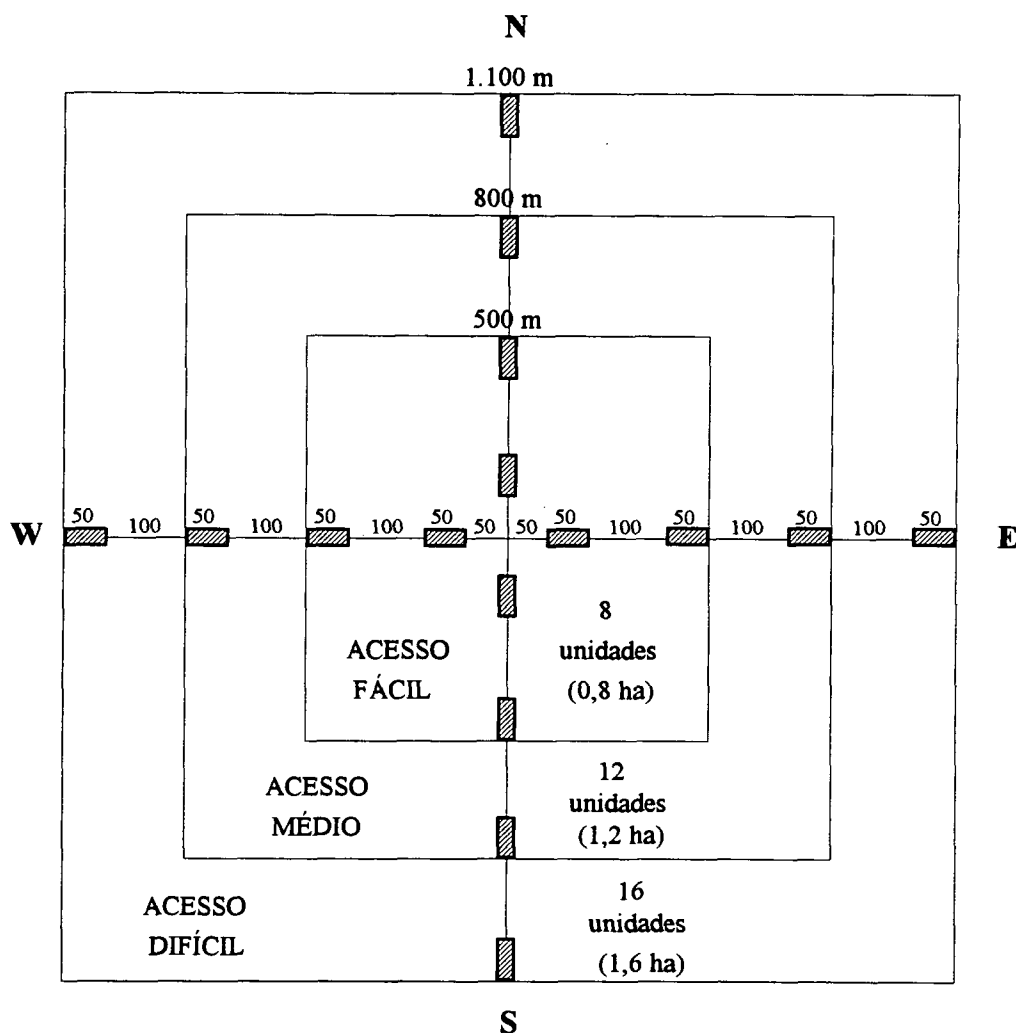
b) Um quadrado, com 3,17 m de lado (10 m^2), onde seriam levantadas as ocorrências da regeneração com altura $\geq 1,1$ m e $< 3,1$ m;

c) Um quadrado, com 10 m de lado (100 m^2), onde seriam levantadas as ocorrências com altura $\geq 3,1$ m e $< 10,0$ cm de DAP;

d) Um retângulo, com 10 m de largura por 25 m de comprimento (250 m^2), onde seriam levantadas todas as árvores com DAP ≥ 10 cm e < 20 cm;

A alternativa mencionada anteriormente de um conglomerado em forma de cruz é apresentada na figura 15.

FIGURA 15: Conglomerado alternativo para florestas nativas subtropicais proposto ao IFN do Brasil.



A principal vantagem deste conglomerado seria a maior facilidade de instalação no campo, uma vez que exige o controle de apenas um ângulo reto, no cruzamento dos braços da cruz. Porém, apresenta como desvantagem um maior deslocamento para a medição das subunidades e o aumento da área total coberta pelo conglomerado, comparado com o quadrado.

Comparando-se os conglomerados quadrado e em cruz, para a condição de fácil acesso, constata-se que a área de cobertura passa de 9 ha para 25 ha (+ 178%), o deslocamento total passa de 1.200 m para 2.000 m (+ 66,7%) e o deslocamento improdutivo de 800 m para 1.600 m (+ 100%), respectivamente.

Estas diferenças aumentam, ainda mais, nas condições de médio e difícil acesso. Contudo, esta alternativa merece um estudo experimental mais aprofundado, para verificação de sua real eficiência.

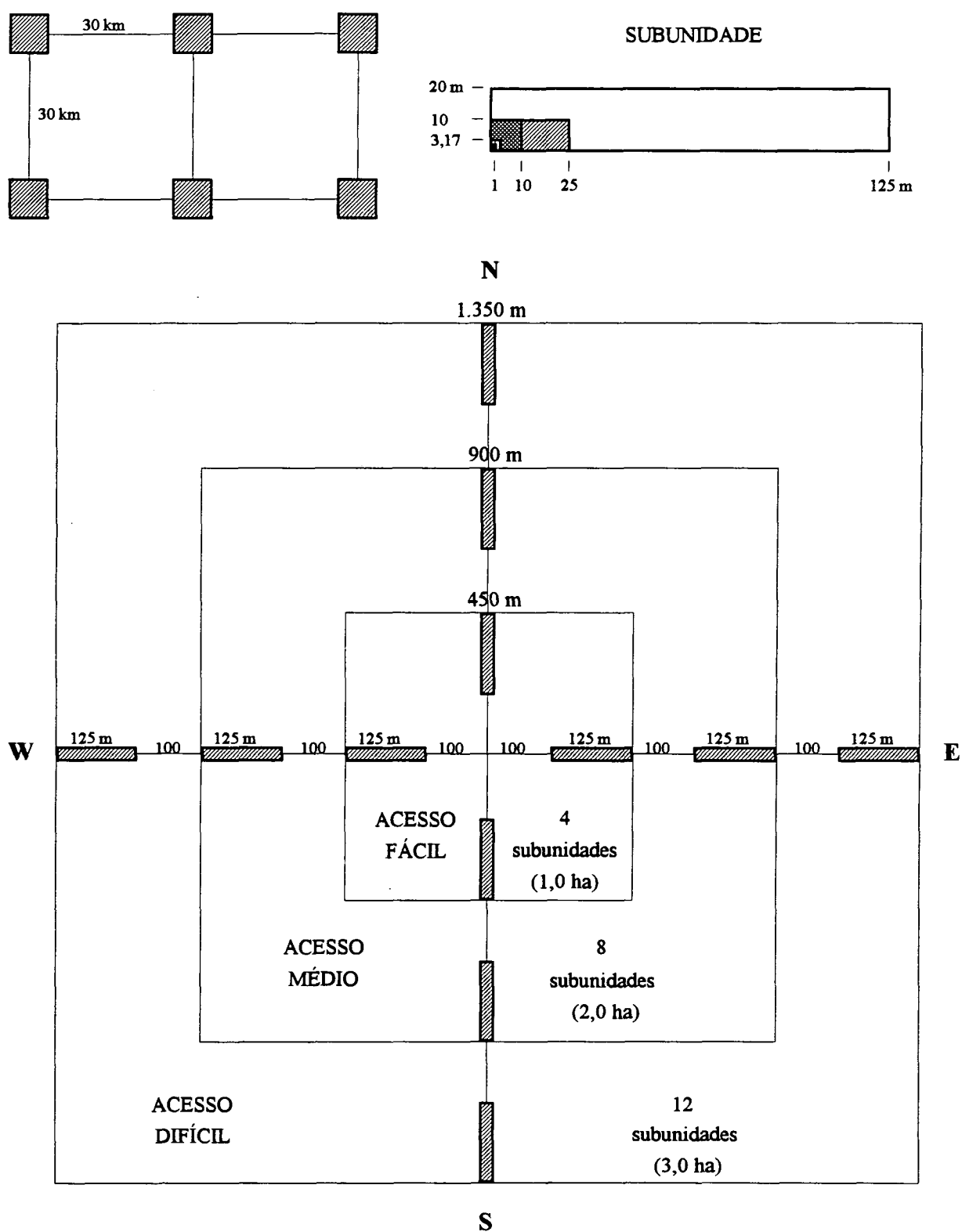
A subunidade deste conglomerado alternativo seria a subunidade padrão para florestas nativas subtropicais, descrita anteriormente.

5.6.4.3.2. *Conglomerado para florestas nativas tropicais*

No caso específico das florestas tropicais da Amazônia, considerando-se os estudos desenvolvidos por PÉLLICO NETTO (1969) e QUEIROZ (1977), bem como a tradição de uso na região, propõe-se o uso do conglomerado cruz de malta, para condições de fácil acesso, e sua implementação para condições médias e difíceis de acesso, como mostra a figura 16, cuja eficiência deve ser analisada experimentalmente.

Em condições de fácil acesso à área florestal, o conglomerado seria a cruz de malta tradicional, com modificação nas subunidades, que teriam 20 m de largura por 125 m de comprimento, nas quais seriam medidas todas as árvores com DAP \geq 20 cm. As 4 subunidades do conglomerado estariam contidas em um quadrilátero com 450 m de lado, abrangendo uma área total de 20,25 ha e uma área amostrada de 1,0 ha. Este conglomerado foi desenvolvido para ser concluído em 1 dia de trabalho de campo.

FIGURA 16: Conglomerado para florestas tropicais, proposto ao IFN do Brasil.



Em condições médias de acesso, o conglomerado em cruz teria 8

subunidades, as quais estariam contidas em um quadrilátero com 900 m de lado, abrangendo uma área total de 81,0 ha e uma área amostrada de 2,0 ha. Este conglomerado seria concluído em 2 dias de trabalho de campo.

Em condições de difícil acesso, o conglomerado em cruz teria 12 subunidades, contidas em um quadrilátero com 1.350 m de lado, abrangendo uma área total de 182,25 ha e uma área amostrada de 3,0 ha. Este conglomerado seria concluído em 3 dias de trabalho de campo.

As subunidades dos conglomerados propostos para florestas tropicais também seriam compostos pelas 4 subamostras sugeridas para as florestas nativas subtropicais, nas quais seriam levantadas as ocorrências da regeneração e os indivíduos arbustivos e arbóreos com DAP < 20 cm.

5.6.4.3.3. *Conglomerado para florestas plantadas*

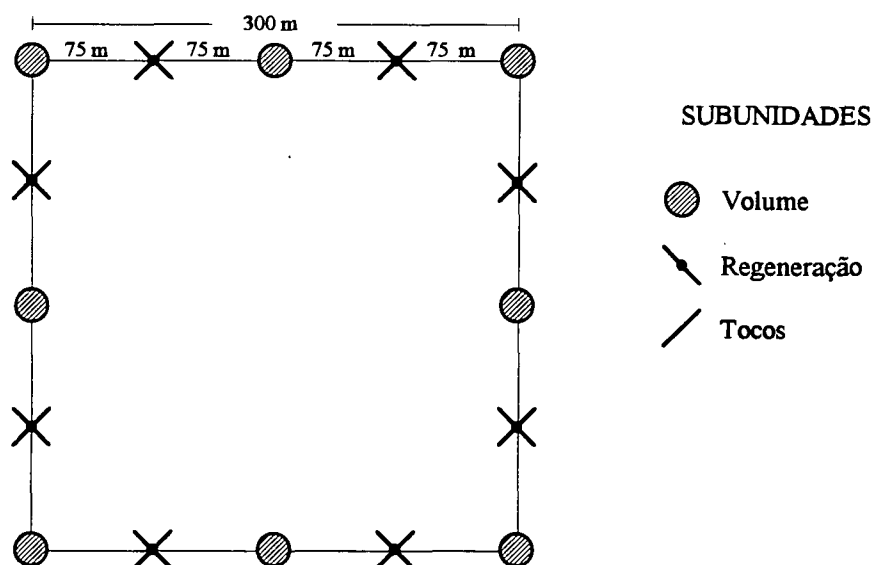
Para as florestas plantadas, sugere-se a aplicação de um conglomerado quadrado, de 300 m x 300 m, composto por 24 subunidades circulares distribuídas nos seus lados a cada 75, sendo 8 subunidades para avaliação de volume, 8 para avaliação de regeneração e 8 para avaliação de tocos, como mostra a figura 17.

Na composição deste conglomerado observa-se que, as subunidades de volume são exclusivas; porém, uma subunidade de regeneração teria sempre uma de toco. Todas as subunidades de regeneração e toco seriam temporárias, mesmo àquelas instaladas em conglomerados permanentes.

A subunidade para avaliação de volume seria um círculo com 600 m² de superfície (13,82 m de raio), na qual seriam levantadas todas as árvores com DAP maior ou igual a 5,0 cm.

A forma circular é justificada pela variação de espaçamentos existente nas florestas plantadas, pelos desbastes mecânicos aplicados em florestas manejadas em alto fuste, que muitas vezes derrubam todas as árvores marcadas como limite de uma parcela permanente quadrada ou retangular, e também para facilitar a instalação da parcela em florestas plantadas em curvas de nível.

FIGURA 17: Conglomerado para florestas plantadas, proposto ao IFN do Brasil.



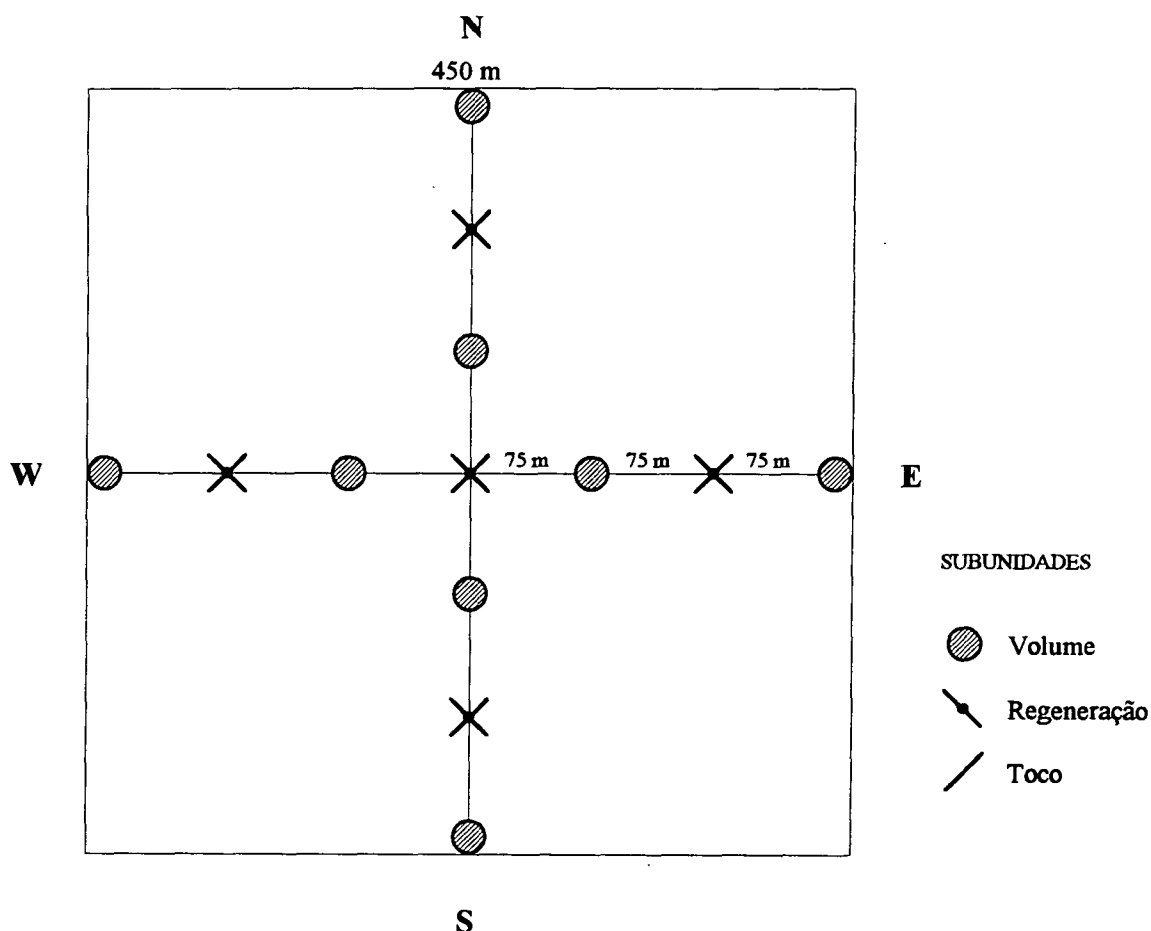
A subunidade de regeneração seria um círculo de 10 m^2 de superfície (raio de 1,78 m), onde seriam levantadas as ocorrências de espécies florestais, a partir de 10 cm de altura até 5,0 cm de DAP.

A subunidade de toco seria igual a de volume, com 600 m^2 de superfície (raio de 13,82 m), aplicada somente em áreas que tivessem sofrido cortes, onde seriam levantados os tocos das árvores cortadas, identificado-se a espécie e o ano do corte.

Pelas mesmas razões apresentadas ao sugerir o conglomerado alternativo para florestas nativas subtropicais, sugere-se também um conglomerado alternativo, em forma de cruz, para as florestas plantadas, conforme figura 18. Neste caso, o conglomerado cobriria uma área de $450 \text{ m} \times 450 \text{ m}$ (20,25 ha) e teria 8 subunidades para avaliação de volume, 5 para regeneração e 5 para tocos, distribuídas nos braços da cruz com uma distância de 75 m entre os centros das subunidades.

Comparando-se os conglomerados quadrado e em cruz, para florestas plantadas, verifica-se que o deslocamento total, para se voltar ao ponto inicial da medição, passa de 900 m para 2.000 m (+ 122%) e o deslocamento improdutivo, de 1.200 m para 1.800 m, (+ 50%), respectivamente.

FIGURA 18: Conglomerado alternativo para florestas plantadas, proposto ao IFN do Brasil.



5.6.4.3.4. Instalação dos conglomerados

A instalação dos conglomerados, no campo, seria realizada obedecendo-se os seguintes procedimentos:

- a) Os conglomerados seriam instalados nos pontos de interseção das linhas da rede sistemática, mesmo nas áreas não florestais, onde seria levantado o uso atual da terra;
- b) Todos os conglomerados seriam orientados para a direção NORTE;
- c) De acordo com o tipo de floresta, seria instalado o conglomerado correspondente. Entretanto, se um mesmo conglomerado cobrisse dois tipos de

florestas como, por exemplo, nativa e plantada, seria instalado um conglomerado misto, usando-se a subunidade correspondente ao tipo de floresta, porém esses dados seriam analisados em particular;

d) Os conglomerados permanentes seriam marcados através de piquetes, com cores diferentes para indicar os limites do conglomerado e os limites das subunidades retangulares ou o centro das subunidades circulares;

e) Os conglomerados temporários seriam marcados com balizas comuns ou descartáveis, uma vez que após a medição esta marcação seria abandonada;

5.6.4.4. *Árvores-amostras*

Em cada subunidade de volume, seriam selecionadas árvores-amostras, para a elaboração de equações volumétricas e, no caso de coníferas, para determinação de incremento e idade. Para as relações de volume, as árvores-amostras seriam selecionadas, por espécie e classes de diâmetro, e cubadas rigorosamente.

No caso específico de coníferas, para a determinar incremento e idade, seria selecionada uma árvore média em cada subunidade temporária de volume, da qual se extrairia um cilindro lenhoso, através do trado de Pressler. E para a construção de curvas de índice de sítio, seriam selecionadas árvores-amostras para análise de tronco.

5.6.5. Coleta de informações

As informações coletadas, visando contemplar os objetivos propostos ao sistema, seriam divididas em 6 grupos: área florestal; sítio; estoque volumétrico, ingresso, crescimento e mortalidade; regeneração; corte periódico; e informações adicionais.

5.6.5.1. *Informações gerais sobre a área florestal*

Neste grupo seriam levantadas informações sobre a localização da área,

proprietário, tipo de propriedade, atividade principal, acessibilidade, extensão da floresta, classificação florestal, uso atual e potencial da floresta, sistema de manejo usado, principais produtos e subprodutos extraídos da floresta, mananciais hídricos existentes, influências humanas sobre a área florestal, tratamentos silviculturais necessários para os próximos 5 anos, entre outras.

5.6.5.2. *Informações de sítio*

Este grupo de informações incluiria a coleta de dados necessária para estimar índices de sítio nas florestas plantadas, e para caracterizar os sítios naturais nas florestas naturais, bem como avaliar seu grau de utilização.

Inicialmente, seriam levantadas informações gerais reportadas à área florestal, tais como: altitude, latitude, tipo do clima local, de solo e de vegetação; a seguir, em cada subunidade, seriam levantadas as características físicas do solo (textura, estrutura, profundidade e hidrologia), a vegetação rasteira dominante e o grau aparente de utilização do sítio, em função da densidade de árvores e grau de fechamento das copas. No caso das florestas plantadas, além dessas informações seriam medidas as árvores de altura dominante de cada subunidade, para a classificação do índice de sítio.

5.6.5.3. *Estoque volumétrico, ingresso, crescimento e mortalidade*

Os dados necessários para estimar o estoque volumétrico seriam coletados nas subunidades dos conglomerados temporários e permanentes, através da identificação das espécies, medição dos diâmetros e alturas de cada árvore, caracterização de seu estado atual com relação a qualidade do fuste, condição de sanidade, ocorrência de danos bióticos e abióticos, utilização comercial, etc..

Nos conglomerados permanentes, todos os indivíduos medidos nas subunidades e suas subamostras, seriam numerados e localizados espacialmente, através do registro de suas coordenadas.

Os dados de ingresso seriam obtidos nas subunidades dos conglomerados permanentes, a partir da segunda ocasião do inventário, quando se poderia verificar o número de indivíduos e as respectivas espécies que teriam ingressado na menor classe de diâmetro da subunidade principal, bem como as que teriam passado de uma classe qualquer de diâmetro para a seguinte.

Os dados de crescimento seriam obtidos nas remedições dos conglomerados permanentes e através de análise de tronco total e parcial (cilindro de madeira) no caso de espécies coníferas.

Os dados de mortalidade seriam obtidos, principalmente, nos conglomerados permanentes, mediante a identificação e registro de cada árvore morta, bem como a causa e o ano provável de sua morte. Mas poderiam também ser obtidos nos conglomerados temporários, através do registro das árvores mortas, na maioria das vezes, sem condições de identificar sua espécie.

5.6.5.4. *Regeneração*

Como regeneração, sugere-se que sejam consideradas as ocorrências de espécies arbustivas e arbóreas das florestas nativas maiores que 10,0 cm de altura e menores que 10,0 cm de DAP; e, para as florestas plantadas, as ocorrências maiores que 10 cm de altura e menores que 5,0 cm de DAP.

As informações sobre regeneração seriam levantadas nas subamostras específicas sugeridas para cada tipo de floresta, mediante a identificação das espécies, contagem das ocorrências, medição da altura e diâmetro.

5.6.5.5. *Corte periódico*

As informações sobre o corte periódico seriam obtidas através das subunidades de toco, nas florestas plantadas, e das subunidades específicas dos conglomerados aplicados nas florestas nativas subtropicais e tropicais.

Nestas subunidades, todos os tocos de árvores cortadas seriam enumerados,

medido seus diâmetros, identificado a espécie, e estimado o ano do corte. Estas informações seriam facilmente obtidas nos conglomerados permanentes, uma vez que todos os indivíduos medidos estariam numerados, identificados e posicionados espacialmente. Assim, através das informações coletadas no inventário anterior, poderia se saber a espécie de um toco qualquer e o registro de sua última medição.

5.6.5.6. Informações adicionais

Este grupo incluiria o levantamento florístico, a ocorrência de espécies da fauna e disponibilidade de alimentos, parâmetros recreacionais e eco-turísticos, níveis de poluentes e sedimentos na água, ocorrências de pragas e incêndios florestais, bem como as informações específicas definidas pelos Estados ou Regiões.

5.6.6. Registro das informações

Sugere-se que o registro das informações seja feito diretamente em coletores de dados e transferido para microcomputadores, que acompanhariam as equipes de campo, para que a primeira consistência possa ser realizada ainda no campo. Assim, eventuais erros poderiam ser imediatamente corrigidos e, se necessário, os dados seriam conferidos no campo.

Periodicamente, os dados coletados seriam transmitidos, via *modem*, para os computadores das instituições executoras.

5.6.7. Processamento dos dados

O processamento dos dados seria feito pelas instituições executoras, através de sistemas computacionais especialmente preparados para o inventário florestal nacional, os quais seriam usados por todas as instituições, uma vez que a metodologia padronizada uniformizaria também o processamento. As modificações nos programas ocorreriam em função das informações específicas de cada Estado.

5.6.8. Elaboração de relatórios e divulgação dos resultados

Os relatórios de cada abordagem do inventário florestal nacional seriam, inicialmente, elaborados pelas instituições executoras, para cada Estado, usando-se também um modelo padrão de relatório. A partir dos relatórios Estaduais, seria elaborado um relatório nacional detalhado e um sumário executivo. Este sumário executivo constituiria o veículo principal de divulgação dos resultados do inventário.

5.6.9. Banco de dados e informações florestais

Todos os dados e informações do inventário florestal nacional seriam armazenados em um banco de dados, que poderiam ser acessados pelos usuários, através de teleprocessamento.

5.7. ESTRUTURA OPERACIONAL DO SISTEMA

A discussão da estrutura operacional do sistema visa apresentar subsídios e sugestões para a implantação e execução prática do inventário florestal nacional.

Na análise crítica do primeiro inventário florestal nacional do Brasil levantou-se os principais problemas enfrentados, os quais servem de base para a sugestão da estrutura operacional.

Entre os aspectos a serem considerados, na operacionalização do inventário, destacam-se a extensão territorial do país e de seus recursos florestais, a dimensão da tarefa, os recursos financeiros, humanos e materiais necessários, e a infra-estrutura envolvida em um trabalho desta magnitude. Por isso, a execução do inventário florestal nacional deve ser planejada em consonância com a realidade do país, buscando o modo operativo que torne o sistema exeqüível e viável.

A sistemática de implantação sugerida no item 5.6.1 - que o inventário seja implantado em 5 etapas, sendo uma região por etapa, em um período de 10 anos - foi

elaborada, visando indicar um modo operativo inserido na realidade e possibilidades do país. Esta sugestão foi fundamentada na experiência internacional, a qual demonstrou que a maioria dos países implantou seus inventários em etapas gradativas, visando consolidar e aperfeiçoar as metodologias, treinar recursos humanos, e adequar os trabalhos às disponibilidades de recursos humanos e financeiros.

5.7.1. Recursos financeiros

Considerando-se que os recursos financeiros necessários, para a execução do inventário florestal nacional, são de elevada monta, sua implantação em etapas regionais, seria diluído em 10 anos, tornando-se mais acessível ao país.

Além disso, dado o interesse da comunidade internacional, na conservação dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira, poderia ser pleiteado um financiamento internacional específico para a implantação do inventário florestal nacional, junto às entidades que apoiam programas dirigidos à conservação ambiental.

5.7.2. Trabalho de campo

Independente da organização institucional adotada, na execução do inventário, o pessoal para os trabalhos de campo constitui um aspecto da maior relevância.

Basicamente, os trabalhos de campo poderiam ser organizados e desenvolvidos de três maneiras distintas: com equipes nacionais permanentes, com equipes regionais temporárias, ou com equipes regionais permanentes.

5.7.2.1. *Equipes nacionais permanentes*

Esta organização teria as vantagens decorrentes do aperfeiçoamento, da experiência acumulada em um trabalho contínuo, e da homogeneidade de critérios adotados a nível nacional. Porém, só é viável em países com pequena extensão

territorial, devido a exigência de mobilidade das equipes em todo o país. Portanto, esta possibilidade seria inadequada para o caso do Brasil.

5.7.2.2. *Equipes regionais temporárias*

Nesta organização, as equipes seriam constituídas exclusivamente para o trabalho de campo e destituídas imediatamente após sua conclusão. Esta alternativa seria desaconselhável para o inventário florestal nacional porque não permitiria o aprimoramento do trabalho e melhoria na eficiência das equipes, além da qualificação do pessoal disponível para trabalhos de curta duração, em geral recém-formados, cuja falta de experiência poderia comprometer a qualidade dos trabalhos.

5.7.2.3. *Equipes regionais permanentes*

As equipes seriam constituídas, em cada Estado ou região, treinadas e ocupadas exclusivamente nas tarefas do inventário. Com isso, o trabalho seria constantemente aperfeiçoado, as equipes alcançariam sua máxima eficiência, e permitiria a implementação de trabalhos adicionais de interesse nacional ou Estadual.

Esta organização é usada pela Suécia e a Finlândia desde 1953 e 1960, respectivamente.

Esta seria a organização ideal para o inventário florestal nacional do Brasil.

5.7.3. *Treinamento e controle das tarefas*

Sugere-se que o órgão responsável pelo inventário florestal nacional realize, antes da sua implantação, um treinamento das equipes de campo de todas as instituições executoras, para homogeneizar os critérios adotados. Este treinamento seria repetido toda vez que se inserisse inovações e aprimoramentos no sistema. Sugere-se também, que as instituições executoras estabeleçam equipes de controle e confirmem 10% dos conglomerados medidos, visando verificar a qualidade da coleta dos

dados e quantificar os erros não amostrais.

Além disso, seria indispensável que o órgão responsável pelo inventário acompanhasse e controlasse continuamente as tarefas desenvolvidas pelas instituições executoras.

5.7.4. Estrutura operacional sugerida

Visando contemplar os aspectos acima citados, viabilizar sua realização, torná-lo eficiente e garantir sua continuidade, sugere-se que o inventário florestal nacional seja implantado por Regiões, iniciando pela Região Norte, no período de 10 anos, através de equipes regionais permanentes, acompanhadas e controladas continuamente pelo órgão responsável pelo inventário.

O início pela região Norte é justificado por concentrar os maiores recursos florestais do país e remanescentes de florestas tropicais do mundo, por ser a região que desperta maior atenção e interesse a nível nacional e internacional, o que poderia contribuir substancialmente para a implantação definitiva do IFN do Brasil, mas principalmente pela necessidade urgente de informações contínuas sobre a composição, o estado atual e a dinâmica dos ecossistemas florestais da Amazônia, indispensáveis para o planejamento e controle do uso dos recursos florestais em base sustentável.

Para o estabelecimento de equipes regionais permanentes, o inventário seria transformado em um processo anual contínuo, repetindo-se 20% da estrutura amostral a cada ano. Assim, a cada 5 anos o inventário seria totalmente repetido e, anualmente, se teria informações atualizadas de cada região e do país.

Como a região Amazônica, maior região do país, tem a menor disponibilidade de pessoal para a realização do inventário, as equipes permanentes das outras regiões poderiam ser mobilizadas para auxiliar o trabalho de campo naquela região.

5.8. CONCLUSÕES

A análise da proposição de um sistema de inventário florestal nacional para o Brasil permite concluir que:

- a) A proposta contempla todos os objetivos gerais e específicos formulados para o sistema;
- b) O sistema proposto possui as características desejáveis principais de um sistema de inventário florestal nacional propostas por CUNIA (1985);
- c) A proposta do sistema está fundamentada na experiência internacional analisada e agrega as inovações mais recentes aplicadas no mundo;
- d) Se aplicado tal como foi proposto, o inventário florestal nacional se transformaria em um processo anual contínuo e dificilmente sofreria solução de continuidade;
- e) O sistema permite a associação e comparação de resultados dos inventários estaduais ou regionais, face a padronização da metodologia;
- f) Este sistema substituiria a maior parte dos inventários florestais realizados pelo setor público, racionalizando a aplicação de recursos e evitando duplicação de esforços;
- g) O sistema permite definir o volume de madeira a ser cortado, anualmente, em cada Estado, Microrregião, e no País, de acordo com o crescimento e produção de suas florestas, bem como monitorar a área desmatada e estimar o volume realmente explorado no ano ou período anterior.

6. CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Diante do que foi exposto, analisado e discutido no presente trabalho, chegou-se às seguintes conclusões:

a) Que, apesar das preocupações da sociedade brasileira e internacional, quanto a preservação dos recursos florestais e do meio ambiente, o Brasil não pode deixar de usar suas florestas como fator de promoção de seu desenvolvimento, e que estas poderão oferecer uma contribuição sócio-econômica muito maior que a atual, desde que corretamente administradas, com o apoio de uma base sólida de informação fornecidas continuamente por um sistema de inventário florestal nacional;

b) Que o avanço da sociedade progressista no país, em busca de uma distribuição mais justa da renda, tende a desencadear profundas mudanças em sua estrutura agrária, exigindo decisões corretas e adoção de políticas consistentes, para conciliar o uso da terra e a conservação do meio ambiente, e que o inventário florestal nacional forneceria a base de informações para essas decisões e formulação das políticas necessárias;

c) Que a nova ordem mundial, caracterizada pela globalização das economias nacionais, busca constante da produtividade e principalmente da qualidade total, se reflete também no meio ambiente, determinando a adoção dos conceitos de desenvolvimento sustentado, uso racional dos recursos e sua apropriação conforme a demanda, que no caso dos recursos florestais dificilmente serão atingidos sem as informações contínuas, confiáveis e suficientes fornecidas por uma sistema de inventário florestal nacional;

d) Que a Certificação de Origem de produtos e subprodutos florestais, exigida pelo mercado internacional, representa o primeiro passo do programa de qualidade total para o meio ambiente, a ser definido pela ISO 14.000, e que sua implantação é impossível sem conhecer detalhadamente este meio ambiente;

e) Que os recursos florestais do Brasil reúnem os requisitos característicos da necessidade de um sistema permanente de inventário florestal nacional - despertam interesse econômico, social e ecológico;

f) Que a maioria dos sistemas de inventários florestais nacionais, incluindo o primeiro inventário do Brasil, foram implantados em períodos de escassez de energia e matéria-prima. Mas, que o Brasil não precisa e não deve esperar a próxima crise de energia para estabelecer, em definitivo, seu inventário florestal nacional;

g) Que o inventário florestal nacional não é um instrumento auxiliar exclusivo de planejamento e controle dos recursos florestais, mas também para tomada de decisões e coordenação das políticas florestal, agrária e ambiental;

h) Que os objetivos dos inventários florestais nacionais evoluíram com o tempo, em três fases distintas: inicialmente avaliavam apenas os recursos madeireiros; posteriormente passaram a enfocar os múltiplos recursos da floresta; e, mais recentemente, também o monitoramento ambiental;

i) Que os sistemas analisados usam estruturas metodológicas, organizacionais e tecnológicas diferentes, de acordo com a realidade de cada país;

j) Que se observa, nos sistemas de inventário florestal nacional da Europa, uma preocupação generalizada em avaliar o crescimento e os volumes de madeira explorados a cada ano, para ajustar o corte permitido à produção sustentada;

l) Que o primeiro inventário florestal nacional do Brasil, apesar das dificuldades enfrentadas e de não ter a seqüência planejada, forneceu informações inéditas a nível nacional e proporcionou a experiência necessária aos técnicos desta área, para planejar e executar um novo inventário, com as características de um sistema moderno e eficiente;

m) Que nenhuma medida dirigida à utilização, controle e preservação dos recursos florestais foi tomada pelo governo federal, com base no primeiro inventário florestal nacional, indicando, ou que não foi entendido por quem detinha o poder de decisão, ou que o inventário foi realizado antes de ser realmente necessário, como cita HUSCH (1978);

n) Que o sistema de inventário florestal nacional proposto para o Brasil, uma

vez implementado, dotará o país de um instrumento auxiliar moderno e eficiente, para o planejamento, administração e controle de seus recursos florestais, comparado aos dos países têm maior experiência nessa área;

o) Que a implantação do inventário florestal nacional substituirá a maior parte dos inventários florestais realizados pelo setor público, racionalizando os recursos gastos nesses trabalhos e evitando duplicação de esforços e até de recursos.

As recomendações do presente trabalho são as seguintes:

a) Que esta proposta seja amplamente discutida, aperfeiçoada, mas sobretudo que seja implantada no País.

b) Que o IBAMA coordene a discussão do inventário florestal nacional, reativando a Comissão Nacional de Inventário Florestal criada em 1977;

c) Que a Coordenação Técnica Nacional e o IBAMA estabeleçam as Coordenações Técnicas Regionais, para aprofundar as discussões técnicas e políticas, aperfeiçoar o sistema e viabilizar sua implantação;

d) Que se compare experimentalmente a eficiência dos conglomerados quadrados e em cruz, propostos no sistema de inventário florestal nacional para o Brasil;

e) Que se verifique se a distância ótima entre subunidades dos conglomerados aplicados nas florestas tropicais é a mesma nas florestas subtropicais;

f) Que se defina o elenco de variáveis a serem avaliadas na coleta dados, para cada um dos grupos de informações;

g) Que o sistema proposto pode ser aplicado a nível estadual, ou regional, e servir de base para os Estados que planejam executar seus próprios inventários florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDRED, A. H. **Adaptation of large-scale photography to Alberta's provincial forest inventory program.** Canada, Northern Forest Research Centre, 1980. 58 p. (Information Report N° NOR-X-224).
- AMORIM, H. B. & PÉLLICO NETTO, S. Inventário Florestal Nacional: uma proposta para o caso brasileiro. In: VI CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (1990 : Campos do Jordão, SP). **Anais...** Campos do Jordão : S.B.S/S.B.E.F, 1990. p.138-145
- BENGTSSON, G. The Swedish National Forest Survey. In: NATIONAL FOREST INVENTORY - Joint Meeting of IUFRO Groups: S4 02 - Forest Resource Inventory and S4 04 - Forest Management Planning and Managerial Economics (1978 : Bucharest). **Proceedings...** Bucharest : IUFRO, 1978. p.691-699.
- BENSON, J. A. Changing technology in the Saskatchewan forest inventory. In : INFORMATION REPORT NORTHERN FOREST RESEARCH CENTRE, Canada : Northern Forest Research Centre, 1980. NOR-X-224 p.97-103.
- BENGTSSON, G. & HÄGGLUND, B. Plans for a new National Forest Survey in Sweden. In: MITTEILUNGEN DER FORTLICHEN BUNDES-VERSUCHSANSTALT, Wien - Áustria, 1980. Heft 130 p.73-82.
- BERMUDEZ, R. M. Tecnicas usadas en los inventarios forestales de Mexico. **Ciencia Forestal**, México, 7 (37):46-64. 1982.
- BONNOR, G. M. A test of 3-P sampling in forest inventories. **Forest Science** 18 (3): 198-202. 1972
- BONNOR, G. M. **Pilot study for Canadian forest resource data system.** Canada, Forest Management Institute, 1978b. (Information Report N° FMR-X-122).
- BONNOR, G. M. Provincial forest inventories: techniques and development. In: INFORMATION REPORT NORTHERN FOREST RESEARCH CENTRE, Canada : Northern Forest Research Centre, 1980. NOR-X-224 p.91-96.
- BONNOR, G. M. Forest inventories in Canada. **Forestry Abstracts**, 43 (4):201-211. 1982.

- CRESSMAN, E. M. Inventory for extensive recreation management. In: CANADIAN FOREST INVENTORY METHODS WORKSHOP (1975 : Toronto). **Proceedings...** Toronto : University of Toronto Press, 1975. p.113-118.
- CRUSE, T.; HÄGGLUND, B.; JONASSON, H. ; RANNEBY, B. & SWÄRD, J. **Designing a new national forest survey for Sweden.** Stockholm : Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forestry, 1984.
- CUNIA, T. On the objectives and methodology of national forest inventory systems. In: NATIONAL FOREST INVENTORY. Joint Meeting of IUFRO Groups: S4 02 - Forest Resource Inventory and S4 04 - Forest Management Planning and Managerial Economics (1978 : Bucharest). **Proceedings...** Bucharest : IUFRO, 1978. p.XI-XXVIII.
- CUNIA, T. Main objectives and desirable characteristics of national forest inventory systems. In: Pelz, D. R.;Cunia, T. (editores) NATIONAL FOREST INVENTORY IN EUROPE, Freiburg : Forstliche Biometrie Universitat Freiburg, 1985. p.01-19.
- DEMPSTER, W. R. & SCOTT, C. A. A multilevel approach to acquiring resource data for timber management planning. In: INFORMATION REPORT NORTHERN FOREST RESEARCH CENTRE, Canada : Northern Forest Research Centre, 1980. NOR-X-224 p.127-137.
- DIRECCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. **Que es, que hace y que importancia tiene el inventario nacional forestal?** México, Subsecretaria Forestal y de la Fauna, 1975. 39 p. (Nota INF Num. 30).
- ERIKSSON, B. The Swedish National Forest Inventory. In: Pelz, D. R.;Cunia, T. (editores) NATIONAL FOREST INVENTORY IN EUROPE, Freiburg : Forstliche Biometrie Universitat Freiburg, 1985. p.36-70.
- EULER, D. Inventory of wildlife habitat. In: CANADIAN FOREST INVENTORY METHODS WORKSHOP (1975 : Toronto). **Proceedings...** Toronto : University of Toronto Press, 1975. p.103-108.
- FOREST RESOURCE ECONOMICS RESEARCH STAFF. **Forest Service Resource Inventory: An Overview.** USA : USDA Forest Service, 1987. 29 p.
- GOVERNO DO PARANÁ - CODEPAR/FAO/ESCOLA DE FLORESTAS DA UFPR **Inventário do pinheiro do Paraná.** Curitiba, 1966. 104 p.
- HÄGGLUND, B. **A New Swedish National Forest Survey.** Stockholm : Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Forest Survey, 1985. (Report 37).

- HÄGGLUND, B. & LUNDMARK, J-E. Site index estimation by means of site properties. **Studia Forestalia Suecica**, Swedish University of Agricultural Sciences, 1977. N° 138.
- HEGYI, F. Practical applications of remote sensing to timber inventory. In: INFORMATION REPORT NORTHERN FOREST RESEARCH CENTRE, Canada : Northern Forest Research Centre, 1980. NOR-X-224 p. 110-115.
- HEINSDIJK, D. **Levantamento florestal na região entre o rio Tapajós e o rio Xingu**. Roma, FAO, 1957. (Relatório FAO N° 601).
- HUSCH, B. Why carry out National Forest Inventories? In: NATIONAL FOREST INVENTORY - Joint Meeting of IUFRO Groups: S4 02 - Forest Resource Inventory and S4 04 - Forest Management Planning and Managerial Economics (1978 : Bucharest). **Proceedings...** Bucharest : IUFRO, 1978. p.134-143.
- IBDF. **Programa de monitoramento da cobertura florestal do Brasil**. Brasília, Departamento de Pesquisas, 1980. 32 p. (Dpq - Série Técnica N° 4).
- IBDF. **Inventário Florestal Nacional (Síntese dos Resultados)**. Brasília, Departamento de Economia Florestal, 1983. 37 p.
- IBDF. **Relatório de atividades 1980/85**. Brasília, Departamento de Economia Florestal, 1985. 51 p.
- IBDF/CETEC **Levantamento das formações vegetais nativas lenhosas de Minas Gerais**. Belo Horizonte, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1983. 231 p. (Relatório original).
- IBDF/IPEF **Projeto inventário de florestas nativas - relatório técnico do Estado de São Paulo**. Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Departamento de Silvicultura ESALQ/USP, 1982. 679 p. Vol. I (Relatório original).
- JANSEN, J. J.; DAAMEN, W. P. ; RITSKES, T. M. *et alii* The fourth national forest inventory in the Netherlands. In: Pelz, D. R.;Cunia, T. (editores) NATIONAL FOREST INVENTORY IN EUROPE, Freiburg : Forstliche Biometrie Universitat Freiburg, 1985. p.151-162.
- KAPP, W. Umweltgefahrung national - okonomie und forstwissenschaft. **Forsterchiv** 41 (8/9):153-159. 1971.
- KIRBY, C. L. & HALL, R. J. Practical applications of remote sensing to timber inventory. In: INFORMATION REPORT NORTHERN FOREST RESEARCH CENTRE, Canada : Northern Forest Research Centre, 1980. NOR-X-224 p. 66-74.

- KUUSELA, K. The national forest inventory in Finland. In: NATIONAL FOREST INVENTORY - Joint Meeting of IUFRO Groups: S4 02 - Forest Resource Inventory and S4 04 - Forest Management Planning and Managerial Economics (1978 : Bucharest). **Proceedings...** Bucharest : IUFRO, 1978. p.368-377.
- KUUSELA, K. The National Forest Inventory in Finland. In: Pelz, D. R.; Cunia, T. (editores) NATIONAL FOREST INVENTORY IN EUROPE, Freiburg : Forstliche Biometrie Universitat Freiburg, 1985. p.71-82.
- LEE, J. Y.; HUNT, D.; HONER, T. G. Yukon RRAMS. **An information retrieval system for renewable resource and management statistics.** Canada, Pacific Forest Research Centre, 1978. (Information Report N° BC-X-185).
- LOWE, J. J. The use of medium and large-scale photography in Alberta's timber inventory. In: INFORMATION REPORT NORTHERN FOREST RESEARCH CENTRE, Canada : Northern Forest Research Centre, 1980. NOR-X-224 p. 107-109.
- MAGIN, R. Eine einföhrung zum thema aus der sicht des forsteinrichters. In: NATIONAL FOREST INVENTORY - Joint Meeting of IUFRO Groups: S4 02 - Forest Resource Inventory and S4 04 - Forest Management Planning and Managerial Economics (1978 : Bucharest). **Proceedings...** Bucharest : IUFRO, 1978. p.XXIX-XXXI.
- MAHRER, F. Methodology and execution of the Swiss National Forest Inventory. In: Pelz, D. R.; Cunia, T. (editores) NATIONAL FOREST INVENTORY IN EUROPE, Freiburg : Forstliche Biometrie Universitat Freiburg, 1985. p.106-122.
- MARTÍNEZ MILLÁN, F. J. The system of the first National Forest Inventory in Spain In: NATIONAL FOREST INVENTORY - Joint Meeting of IUFRO Groups: S4 02 - Forest Resource Inventory and S4 04 - Forest Management Planning and Managerial Economics (1978 : Bucharest). **Proceedings...** Bucharest : IUFRO, 1978. p.525-533.
- MARTÍNEZ MILLÁN, F. J. The second National Forest Inventory of Spain. In: Pelz, D. R.; Cunia, T. (editores) NATIONAL FOREST INVENTORY IN EUROPE, Freiburg : Forstliche Biometrie Universitat Freiburg, 1985. p.71-82.
- MATERN, B. **On sample trees in the forest survey.** Stockholm : Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Forest Survey, 1984. 25 p. (Project Nytax 83. Report 8).
- NYSSONEN, A. Analysis of two alternative methods for National Forest Inventories in Northern Europe. Helsinki, **Acta Forestalia Fennica**, (76):5-18. 1963.

- PANDOLFO, C. **A floresta amazônica brasileira - enfoque econômico-ecológico.** Belém, SUDAM, 1978. 118 p.
- PÉLLICO NETTO, S. **Die Forstinventuren in Brasilien - Neue Entwicklungen und ihr Beitrag für eine geregelte Forstwirtschaft.** Mitteilungen aus dem Arbeitskreis für Forstliche Biometrie. Freiburg, 1979. 232 p. (Tese de Doutorado).
- PÉLLICO NETTO, S. National Forest Inventory in Brazil. In: XVII FOREST MEETING OF IUFRO (1981 : Kyoto, Japan). **Proceedings ...** Kyoto : IUFRO, 1981.
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal.** Curitiba, 1993a. 245 p. (Apostila).
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. Inventários florestais nacional, regional e em áreas específicas: estágio atual e perspectivas futuras. In: 1º CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO e 7º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (1993b : Curitiba). **Anais...** Curitiba : S.B.S./S.B.E.F., 1993 v. 3 p.271-274.
- PRADO JUNIOR, C. P. **História econômica do Brasil.** São Paulo, Editora Brasiliense S.A. 30 ed., 1984.
- QUEIROZ, W. T. **Efeitos da variação estrutural em unidades amostrais na aplicação do processo de amostragem em conglomerados nas florestas do Planalto do Tapajós.** Curitiba, 1977. 108 p. (Dissertação Mestrado - UFPR).
- RANNEBY, B. **Provytestorlekens betydelse vid skogsinventeringar.** Stockholm : Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Forest Survey, 1981a. 14 p. (Project Nytax 83, Nº 4).
- RANNEBY, B. **Den topografiska variationen inom olika områden. En redovisning av skattade korrelationsfunktioner.** Stockholm : Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Forest Survey, 1981b. 54 p. (Project Nytax 83, Nº 5).
- RANNEBY, B. **Elliptisk korrelation.** Stockholm : Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Forest Survey, 1981c. (Project Nytax 83, Nº 6).
- RANNEBY, B. Stochastic models of variation in time and space. In: STATISTICS IN THEORY AND PRACTICE, Essays in honour of Bertil Matérn. Stockholm : Swedish University of Agricultural Sciences, Section of Forest Biometry, 1982.

- RANNEBY, B.; CRUSE, T.; HÄGGLUND, B. ; HÄRJE, J. & SWÄRD, J. Designing a new national forest survey for Sweden. **Studia Forestalia Suecica**, Swedish University of Agricultural Sciences, 1987. N° 177.
- SBS. **A sociedade brasileira e seu patrimônio florestal**. São Paulo, 1990. 20 p.
- SCHOONDERWOERD, H. **De inventarisatie van landschappelijke elementen met behulp van luchtfoto's**. Wageningen, Netherlands : Wageningen Agricultural University, Department of Forest Management, 1982.
- SCHREUDER, H. T. & BONNOR, G. M. Forest inventories in the United States and Canada. **Forestry Chronicle**, **63** (6): 431-434. 1987.
- SILVA, J. de A. **Custos de exploração e de transporte florestal - uma abordagem tipológica e setorial**. Viçosa, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 1991. 55 p. (Tópico Especial).
- SMITH, V. G. Forest inventory in Canada. In: NATIONAL FOREST INVENTORY - Joint Meeting of IUFRO Groups: S4 02 - Forest Resource Inventory and S4 04 - Forest Management Planning and Managerial Economics (1978 : Bucharest). **Proceedings...** Bucharest : IUFRO, 1978. p.17-23.
- SUDAM/BRASIL. **Levantamentos florestais realizados pela missão FAO na Amazônia (1956-1961)**. Belém, Divisão de Documentação, 1973. 2v.
- THIE, J.; MILLARD, J.; PIERCE, T. & POIRER, J. The Canada land inventory, its status and uses. In: CANADIAN FOREST INVENTORY METHODS WORKSHOP (1975 : Toronto). **Proceedings...** Toronto : University of Toronto Press, 1975. p.87-102.
- VAN SICKLE, C. C. An overview of regional forest inventory systems. In: NATIONAL FOREST INVENTORY - Joint Meeting of IUFRO Groups: S4 02 - Forest Resource Inventory and S4 04 - Forest Management Planning and Managerial Economics (1978 : Bucharest). **Proceedings...** Bucharest : IUFRO, 1978. p.89-98.
- VILLA SALAS, A. B. & DELOYA, M. C. The national forest inventory of Mexico. In: NATIONAL FOREST INVENTORY - Joint Meeting of IUFRO Groups: S4 02 - Forest Resource Inventory and S4 04 - Forest Management Planning and Managerial Economics (1978 : Bucharest). **Proceedings...** Bucharest : IUFRO, 1978. p.601-606.
- WARE, K. & CUNIA, T. Continuous forest inventory with partial replacement of samples. **For. Sci. Monograph** **3**, 1962. 50 p.

WIKSTROM, J. H. Developing inventories to support resources assessment. In: NATIONAL FOREST INVENTORY - Joint Meeting of IUFRO Groups: S4 02 - Forest Resource Inventory and S4 04 - Forest Management Planning and Managerial Economics (1978 : Bucharest). **Proceedings...** Bucharest : IUFRO, 1978. p.113-122.

ZÖHRER, F. National forest inventories - goals, concepts, changes. In: NATIONAL FOREST INVENTORY - Joint Meeting of IUFRO Groups: S4 02 - Forest Resource Inventory and S4 04 - Forest Management Planning and Managerial Economics (1978 : Bucharest). **Proceedings...** Bucharest : IUFRO, 1978. p.447-454.